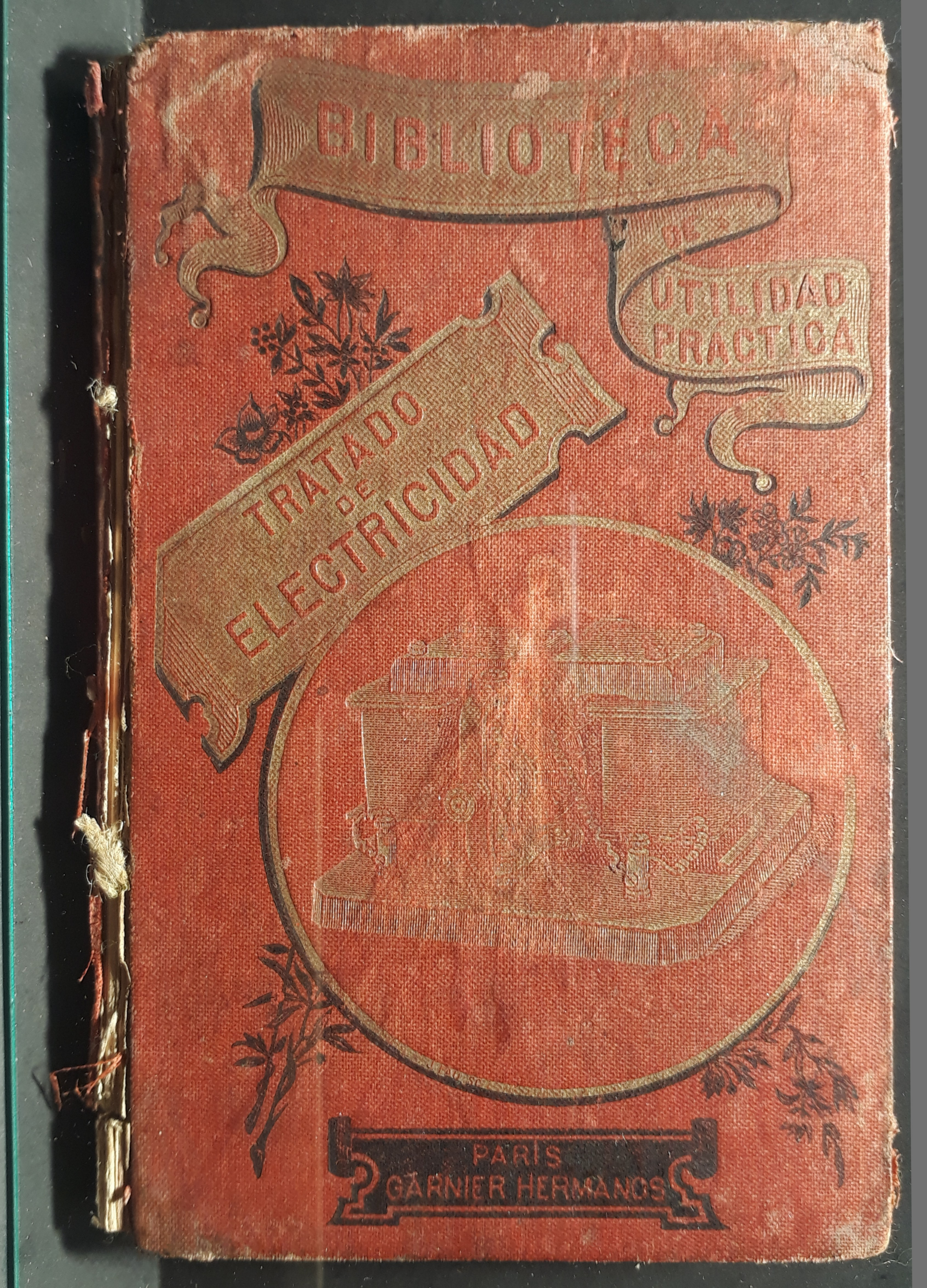

BIBLIOTECA
DE
UTILIDAD PRACTICA
TRATADO
DE
ELECTRICIDAD
PARIS
GARNIER HERMANOS

Tratado práctico

de Electricidad

Tratado Práctico

DE

Electricidad

POR

ALFREDO SOULIER

INGENIERO-ELECTRICISTA

Jefe del Laboratorio de Medidas eléctricas de la Sección técnica
de Artillería,

Secretario de la redacción de la *Industria eléctrica*.

Versión castellana de la segunda y última edición

NOTABLEMENTE CORREGIDA Y AUMENTADA POR SU AUTOR

Por BLAS QUINTALES

Campanillas eléctricas. — Teléfonos
Alumbrado eléctrico
Rayos X. — Telégrafo sin hilos

PARÍS

GARNIER HERMANOS, LIBREROS-EDITORES

6, RUE DES SAINTS-PÈRES, 6

ADVERTENCIA DE LOS EDITORES

El exito extraordinario y rapidisimo que alcantzó « El Tratado practico de electricidad » del reputado ingeniero Don Alfredo Soulier, jefe del laboratorio de medidas electricas de la sección técnica de artilleria, fué superior á cuanto habiamos podido imaginar.

Constantemente aumenta en la vida moderna la necesidad de tener conocimiento, siquiera fundamentales de electricidad, y con objeto de divulgar esta ciencia poniendola al alcance de todos, no vacilamos en dar al publico una versión castella, de la segunda edición de la obra del ingeniero Soulier, que ha sido cuidadosamente revisada y considerablemente aumentada por su autor.

Cuantas noticias puedan desearse con respecto al manejo de las pilas, máquinas, dinamos y acumuladores, lo mismo que para la colocación y funcionamiento de timbres, encendedores, telefonos é instalaciones de luz eléctrica, se encontraran con rara concisión y claridad en « El Tratado practico de electricidad ».

No dudamos que si la primera edición de esta obra se agotó en pocos dias, igual suerte correrá la segunda, pués ha sido enriquecida con un sin fin de noticias referentes á las mas recientes invenciones electricas, como son Los Rayos X del sabio profesor Röntgen, y la telegrafía sin hilos de Marconi.

PREFACIO

La electricidad ocupa en la vida moderna tanto espacio, que nos ha parecido interesante y útil poner sus aplicaciones usuales al alcance de cualquiera, á fin de que los aficionados ingeniosos se beneficien de un confort *que hoy es un lujo y mañana será una necesidad.*

Muchas personas jóvenes, bastantes hombres que tienen las manos diestras, se complacerían instalando en sus casas llamadores, teléfono y alumbrado eléctrico. No les falta, para poder hacerlo, nada más que algunos conocimientos prácticos. Á ellos, pues, ofrecemos esta guía, que esperamos los familiarice con los supuestos caprichos de los fenómenos eléctricos, pero en realidad con las leyes fijas á que están sometidos.

En la instalación ó el cuidado de los aparatos, es menester sujetarse á determinadas reglas, tomar ciertas precauciones, sin las cuales el funcionamiento es defectuoso. Así, ahora que el automovilismo toma una extensión tan rápida, no pocos de sus adeptos se encuentran diariamente detenidos por dificultades

que sabrían evitar ó resolver, si poseyeran ciertos conocimientos prácticos.

Nos hemos propuesto reunir en la forma más sencilla las principales aplicaciones de la electricidad usual. Hémonos abstenido de entrar en teóricos detalles, generalmente áridos y poco atractivos; el lector que quiera conocerlos, habrá de recurrir á obras más especiales. Nuestro objeto es muy distinto, pues se reduce á proporcionarle informes y consejos de orden práctico, haciendo que nuestros lectores aprovechen la experiencia que hemos podido adquirir.

Séanos permitido solicitar un poco de indulgencia y de atención para las nociones preliminares que vamos á exponer, y cuyo objeto es que el lector pueda tocar con el dedo esas unidades de nombres extraños empleados hoy por los electricistas de todos los países.

Volta, Ohm, Ampère, Watt, — nombres gloriosos, como pocos, en el campo de la ciencia, — han sido inmortalizados por la industria eléctrica, la cual los ha adoptado para designar sus unidades.

— ¿ Qué es un voltio? *— ¿ qué es un* amperio? *— ¿ qué es la* electricidad? *— se oye decir por todas partes; pero si vamos á esforzarnos por responder á las primeras preguntas, que el lector nos excuse de no contestar á la tercera. Por el momento, á lo menos, hay que limitarse á hacer constar los fenómenos eléctricos sin conocer su naturaleza íntima.*

¿ Para qué pueden servirnos esas unidades ? se preguntará. — Aparte su empleo constante entre los

electricistas de profesión, cada uno de nosotros ha podido darse cuenta de que aparecen á cada instante en la práctica, ya en el curso de una descripción más ó menos técnica, ya en la compra de los aparatos de que el aficionado hoy hace uso.

La industria vende, en efecto, lámparas de incandescencia que marchan á 110 voltios, por ejemplo, pilas ó acumuladores para el automovilismo que pueden dar una corriente de tantos amperios, *etc. En fin, las Compañías de electricidad no vacilan en facturar la corriente á razón de diez ó doce céntimos por* hectowatt-hora, *etc.*

Antes de entrar en el estudio de las aplicaciones prácticas de la electricidad, examinemos juntos y con un poquito de atención las nociones fundamentales siguientes, las cuales constituyen la base del edificio sobre el cual se apoya la presente obra.

Nociones preliminares.

Volta, físico italiano, descubrió la pila en 1800. Este aparato, como su nombre indica, está constituído por una *pila* ó *columna* formada por cierto número de pares de rodajas de zinc ó de cobre, separadas por una de paño embebido de agua acidulada ó de vinagre muy fuerte.

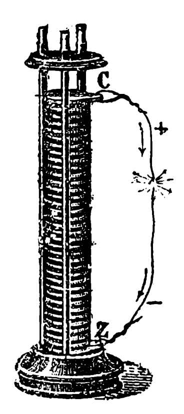


Fig. 1. — Pila de Volta.

Dicho sabio comprobó que, si se terminaban por un hilo de cobre las rodajas metálicas extremas (fig. 1), se producía una chispa cada vez que se tocaban los dos hilos por sus extremidades completamente sueltas.

Aplicados á la lengua, ambos hilos comunicaron al operador una ligera conmoción y un gusto salado bastante pronunciado, mostrando así que eran asiento de fenómenos particulares.

Mas tarde *Ampère*, sabio francés, al estudiar de cerca los efectos de la pila, creyó distinguir que atravesaba el hilo un flujo continuo de electricidad, que él llamó *corriente eléctrica*. Observó en particular que aquella corriente era capaz de hacer desviar, aún

de lejos, la aguja imantada de la brújula, que es el compás de derrota de los navegantes.

Las pilas de hoy, más perfeccionadas que la de Volta, habiendo perdido ya la forma primitiva, sirven corrientemente para poner en acción nuestros telégrafos, timbres, teléfonos, bobinas de motores de automóvil, etc.

Antes de continuar, y para comprender bien estos fenómenos, hagamos una pequeña incursión en la vida práctica, de la que tomaremos algunas comparaciones.

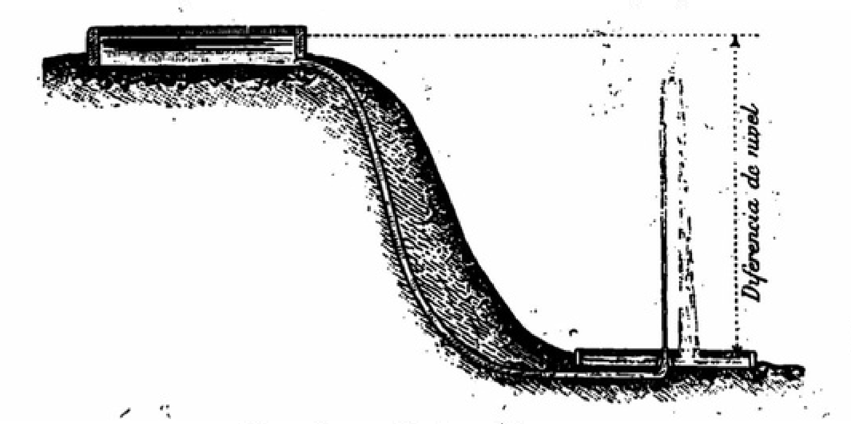


Fig. 2. — Chorro de agua.

Sorprendido y maravillado al ver un chorro de agua, ¿quién de nosotros no se ha preguntado por qué el agua se eleva en ligera columna que el viento hace oscilar, antes de caer en las tazas de la fuente?

Si el agua se eleva así en el espacio, es porque trata de llegar al nivel del líquido del estanque ó depósito de que procede.

El chorro de agua procede, pues, de un estanque ó receptáculo más ó menos distante (fig. 2), pero en todo caso situado á una altura tanto mayor cuanto más se eleva el chorro mismo.

Sabemos también que, si ponemos en lugar del surtidor ó chorro de agua un simple tubo, el agua sube por él hasta la altura exacta del nivel del líquido que contiene el depósito.

La columna de agua, nosotros diremos la *corriente de agua*, que sube en el espacio, tiene por causa la *diferencia de nivel* realizada entre el depósito de origen y la abertura del chorro.

Además, es fácil darse cuenta de que el rendimiento, es decir, el número de litros de agua que puede pasar en un segundo por el conducto, será tanto mayor cuanto más ancho sea el tubo.

En otros términos, la corriente de agua será tanto más *intensa*, cuanto más ancha sea la canalización (lo cual es tan evidente que nos parece inútil insistir).

Pues bien, lo mismo sucede en electricidad, con esta diferencia : que nuestros sentidos no distinguen la corriente eléctrica.

Volvamos á la pila original, á la pila de Volta : consideremos las rodajas extremas, esto es, la más elevada y la que está situada en la base de la columna.

Diremos que entre las dos rodajas hay una diferencia de nivel, pero esta vez elétcrica... á la cual daremos el nombre de *diferencia de potencial*, ó mejor, de *fuerza electromotriz* de la pila.

Si reuniéramos por un hilo metálico, íbamos á decir por un... tubo, esos dos puntos colocados á niveles eléctricos diferentes, nacería una corriente en el hilo. Esa corriente, así originada, circulará por el hilo conductor, mientras dure la causa que la produjo (la fuerza electromotriz de la pila).

Admitimos, y eso por pura convención, que la corriente eléctrica así establecida en un hilo conductor va del punto en que la potencial es más elevada (nivel eléctrico más alto) al punto en que la potencial es menos elevada (nivel eléctrico más bajo) por analogía con la corriente de agua.

No debemos olvidar que la corriente eléctrica sólo se producirá cuando haya comunicación completa entre las

dos extremidades á que se ha dado el nombre de *polos* de la pila.

¿ Cómo se nos manifiesta esa corriente ?

Tomemos una brújula, instrumento compuesto de una aguja imantada, móvil sobre un eje, y cuya punta azulada se dirige siempre al Norte. Pongámosla horizontalmente, y dejemos que la aguja tome la dirección Norte-Sur que le es habitual. Coloquemos encima y paralelamente á la aguja el hilo conductor recorrido por la corriente ; la aguja se desviará inmediatamente de su dirección, oscilando y tendiendo á ponerse en *cruz* con el hilo. Separando el hilo de la pila, volverá la aguja á su primitiva posición. (Experiencia de Œrstedt.)

La corriente que suponemos circular en el hilo tiene cierta dirección. Para convencernos de ello, dejemos el paralelo á la dirección Norte-Sur de la aguja, é intervirtiendo sus ligaduras con los dos polos de la pila, la desviación de la aguja cambia inmediatamente de sentido.

Otro medio de reconocer la presencia de la corriente eléctrica nos lo da el *electro-imán*.

Sobre un pedazo de hierro, un clavo por ejemplo, enrollemos un hilo de cobre recubierto de seda ó de algodón y sometámosle á la acción de la pila, poniéndolo en comunicación con las dos puntas ó *polos* que sabemos estar á niveles eléctricos diferentes. En el momento mismo en que establecemos el contacto, el núcleo de hierro se imanta, haciéndose capaz de atraer las limaduras ú objetos menudos de hierro ó acero que le presentemos.

Esta propiedad cesa en el instante en que se suprima el contacto con la pila. Por consiguiente, es una propiedad característica del paso de la corriente. La corriente que se precipita en el hilo bajo la acción de la fuerza electromotriz (ó diferencia de nivel eléctrico entre los dos polos de la pila), va á producir aún ciertos

efectos. Por lo pronto, si el hilo es demasiado fino, el derrame de la electricidad (si nos podemos expesar así) tendrá que producirse trabajosamente, y la resistencia que se oponga á su paso habrá de manifestarse por una elevación de la temperatura del hilo, que podrá calentarse hasta la incandescencia. ¿No vemos, en efecto, que el filamento de la ampolla eléctrica se enciende hasta el rojo blanco al influjo de la corriente que la atraviesa?

Esta resistencia es tanto más elevada cuanto el hilo es más fino; tiene por efecto debilitar la intensidad de la corriente.

Distinguimos ya tres factores importantes :

La fuerza electromotriz del origen,
La intensidad de la corriente,
La resistencia del conductor.

Existe un cuarto factor y no el menos importante. Es la *potencia eléctrica.* Veamos cómo se puede formar una idea de lo que es.

El lector ha visto con frecuencia á lo largo de los ríos, aun de los más apacibles, récias construcciones de piedra ó barreras sólidas. Su destino es producir una caída de agua que mueva la rueda de un molino ó de una fábrica. Esta rueda es á menudo grande, con vasos ó cangilones: el agua, al caer en ellos, la arrastra consigo. Ó bien es una turbina perfeccionada que la corriente del río hace girar rápidamente.

Esa rueda, esa turbina, producen una fuerza que en seguida se utiliza para toda clase de aplicaciones. Fácilmente se concibe que la potencia de la turbina será proporcional á la altura de la caída y al volumen de agua que caiga por segundo.

Lo mismo ocurre con la electricidad : la corriente eléctrica es susceptible de hacer cierto trabajo, de poner en movimiento motores ; los motores, por ejemplo, de los tranvías que circulan en todas las grandes poblaciones.

Nuestro motor eléctrico, igualmente, será tanto más potente cuanto la fuente que lo pone en acción le preste una *diferencia potencial* más elevada y la corriente eléctrica que lo atraviese sea más intensa.

Unidades eléctricas. — Así como el sistema métrico es la base de las medidas en uso, lo mismo han necesitado los electricistas de unidades que fijen de una manera definitiva el valor de los diversos elementos que acabamos de indicar.

Emplearemos cinco unidades de las que constantemente habremos de servirnos. Se les han dado diversos nombres, tomados de los de los sabios de diferentes países que más se han distinguido en esta ciencia, y tal es el sistema de unidades hoy universalmente conocido (1).

La *fuerza electromotriz* ó *diferencia potencial*	se mide por	**voltios.**
La *intensidad de corriente.*	—	**amperios.**
La *resistencia*............	—	**ohmios.**
La *potencia eléctrica*......	—	**watts.**
El *trabajo* ó *energía eléctrica*	—	**watts-hora.**

Esta última unidad, cara á las compañías de electricidad, sirve para evaluar el trabajo ó energía eléctrica, es decir, la fuerza empleada ó consumida en la unidad de tiempo; el watt-hora representa, pues, la fuerza de 1 watt durante una hora.

Las fábricas de electricidad han tomado por base de la graduación de sus contadores, el *hectowatt-hora*, que vale 100 wattes-hora, así como el *kilowatt-hora*, que comprende 1.000 wattes-hora.

(1) Hay una relación muy importante entre las tres primeras unidades, esto es, la *ley de Ohm*, que puede formularse así : $1 \text{ amperio} = \frac{1 \text{ voltio}}{1 \text{ ohmio}}$

Por lo que hace á la corriente continua, la potencia eléctrica puede describirse así : 1 watt = 1 voltio $\times$ 1 amperio.

Dejemos á las obras técnicas el cuidado de definir estas unidades y el de apreciarlas con exactitud; aceptémoslas, como aceptamos sin desconfianza alguna los valores del metro, del gramo, etc.

Bástenos saber que para las necesidades de la práctica, el *voltio* se halla aproximadamente representado por la fuerza electromotriz de una pila *Daniell* (véase pág. 10).

Una lámpara de incandescencia alimentada por las máquinas de una fábrica eléctrica, marcha generalmente á 110 voltios; y los tranvías eléctricos utilizan en sus motores una diferencia potencial de 550 voltios aproximadamente.

Podemos igualmente formarnos una idea del valor del ohmio, recordando que puede estar representado por la resistencia ofrecida al paso de la corriente por un hilo de cobre rojo de 49 metros de longitud y 1 milímetro de diámetro.

Los timbres de una habitación, por ejemplo, oponen al paso de la corriente una resistencia de 3, de 4 ó 5 ohmios, según la longitud del hilo enrollado sobre sus bobinas.

Por último, una lámpara de incandescencia de 16 bujías, que funcione bajo una diferencia de nivel... no, de potencial, de 110 voltios, absorbe una corriente cuya intensidad se eleva á *medio-amperio*. Una pila Leclanché de saco para automóviles, puesta á *circuito limitado*, es decir, cuyos polos estén reunidos por un hilo grueso, dará en este hilo una corriente cuya intensidad podrá alcanzar á 10 y aun á 12 amperios.

Pasemos á la potencia eléctrica.

Todos hemos oído decir que la fuerza de una máquina de vapor es de *tantos caballos*. Los electricistas á quienes repugna este nombre de caballo, prefieren

decir una máquina de *tantos wattes*, recordando que 736 wattes equivalen á un caballo de vapor.

El kilowatt, que vale 1.000 wattes, representa, pues, aproximadamente, la fuerza de un caballo y un tercio.

Tales son las unidades corrientes de que habremos de servirnos en la descripción de los diversos aparatos de que vamos á hacer uso.

Para bien habituarnos á su empleo, indicaremos las constantes de cada uno de ellos; para cada pila, pues, daremos su fuerza electromotriz en voltios, y la intensidad de la corriente que pueda producir, en amperios.

Será la mejor manera de que el lector se vaya familiarizando con el uso de las diversas unidades.

TRATADO PRÁCTICO

DE

ELECTRICIDAD

PRIMERA PARTE

LAS FUENTES DE ELECTRICIDAD

Las fuentes de electricidad á las cuales recurrimos se dividen en dos clases :

1.º *las pilas,*
2.º *las máquinas.*

Añadiremos los *acumuladores*, que sin ser generadores propiamente hablando, tienen su puesto entre los aparatos de producción y los aparatos de aprovechamiento.

En las pilas, la corriente es producida por la disolución lenta del zinc en un líquido más ó menos ácido ó cáustico.

Así como el carbón, al quemarse, desprende calor, así también el zinc, al gastarse en la pila, da la energía eléctrica.

Pero no es este el único recurso de que disponemos

para producir la corriente eléctrica necesaria en nuestras aplicaciones.

Si las pilas son suficientes para hacer funcionar los llamadores, teléfonos, telégrafos, no es lo mismo para la luz eléctrica, sobre todo cuando se trata de hacer funcionar simultáneamente varias lámparas. En este caso, á las máquinas habremos de recurrir.

Mientras en las pilas consumimos zinc, con las máquinas gastaremos... nuestras fuerzas, ó mejor, encargaremos á un motor de gas ó de petróleo de poner en acción esa clase de máquinas, — de útiles, debiéramos decir.

Sí, la *máquina dinamo-eléctrica*, la dinamo, como corrientemente se la denomina, no es otra cosa que un útil para transformar en energía eléctrica el trabajo mecánico que le comunican nuestros brazos ó el motor de petróleo.

También es la dinamo la que, casi siempre, puesta en movimiento por una turbina, transforma en electricidad la energía de los saltos de agua, y transmite á distancia, á través de los hilos conductores, esa fuerza tanto tiempo desdeñada de la *hulla blanca*.

El Niágara, el impetuoso Ródano, han sido en nuestros días sometidos, y esa fuerza considerable que se perdía en la espuma de las rápidas ó las cascadas, se utiliza hoy á una distancia de centenares de kilómetros, gracias á su fácil transformación en fuerza eléctrica.

CAPÍTULO PRIMERO

LAS PILAS

En un gran vaso de beber agua, ó mejor en un tarro de confitura, échese un puñado de sal de la cocina y llénese en sus tres cuartas partes de agua.

Sumérjase en el vaso una hoja de zinc comprada en cualquier quincallería. Agítese con ella el líquido para activar la disolución de la sal.

Procurémonos en un bazar ó en una tienda de timbres eléctricos una hoja de carbón de destilar, provista de una pinza de cobre. Esta será la parte más costosa de nuestro instrumento, aunque no pase de cincuenta céntimos su coste.

Coloquemos la hoja de zinc y la hoja de carbón una cerca de otra, verticalmente, en el vaso de agua salada, evitando que se toquen; para ello, interpóngase entre ellas un pedazo de madera.

Habremos hecho una pila que, sin tener la forma de la pila de Volta, poseerá sin embargo todas sus cualidades.

Sabido es, en efecto, que en esta última pila hay entre la rodaja metálica más alta y la situada en la

base, una diferencia de nivel eléctrico; lo mismo sucede en el aparato que acabamos de describir : entre la hoja de carbón y la hoja de zinc también existe una diferencia de nivel eléctrico que llamaremos la *fuerza electromotriz* de nuestra pila. (Será en el caso actual de 1 voltio, próximamente). Si consultamos un

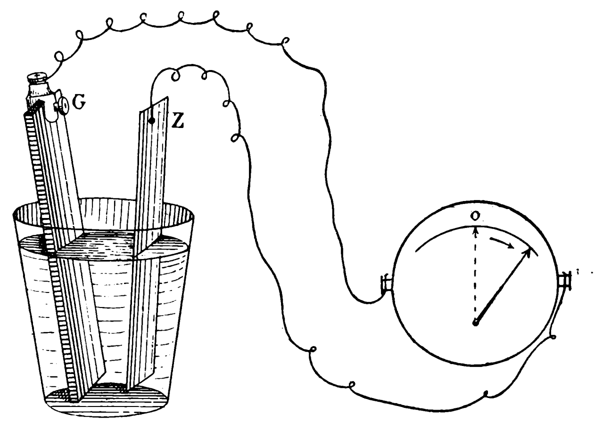


Fig. 3. — Pila eléctrica.

libro de física, veremos que es debida á que hay una diferencia de ataque de las dos hojas : el zinc es carcomido, el carbón no.

Cada vez que en un líquido tengamos dos metales, ó dos cuerpos conductores, siendo uno de los dos más fácilmente atacado, podemos estar seguros de que existe entre los dos una fuerza electromotriz.

¿ Queréis la prueba? Fijemos la punta de un alambre á la hoja de zinc, previamente y para dicho objeto agujereada; fijemos otro alambre á la pinza de cobre y religuemos estos dos alambres á una sonería

eléctrica : esta última empezará á sonar inmediatamente (1).

¿ Por qué? Es que acabamos de *cerrar el circuito.* En cuanto una corriente eléctrica entra en el alambre, como lo hemos indicado más arriba á propósito de la pila de Volta, el resultado más evidente es el repique de la sonería.

Hénos, pues, en posesión de un instrumento capaz de poner en acción los timbres.

Aquí pudiéramos detenernos, para ocuparnos desde luego de las sonerías que desde ahora podemos hacer funcionar.

Desgraciadamente nuestra pila, tal como es, dista de ser perfecta; y si la dejamos actuar sobre la sonería, no tardaremos en advertir que se cansa; y esta dejará de sonar.

¿ De qué procede esto? Los electricistas nos dirán que este fenómeno es debido á la *polarización.* He aquí una palabra sonora que, por el momento, no nos dice nada.

Concedamos á nuestra pila algunos instantes de reposo, apartando los alambres ó hilos conductores que van á la sonería, y veamos lo que pasa dentro :

Examinando de cerca nuestras hojas, las encontraremos recubiertas de bolitas minúsculas. Estos son los gases que, envolviendo el zinc y sobre todo el carbón en una vaina aisladora, impiden el contacto del líquido y son la causa del mal.

Sacudamos nuestra pila, — en efecto, es buen remedio, — si intentamos volver á religarla con la so-

(1) En lugar de una campanilla, podemos emplear un pequeño galvanómetro, un amperómetro, por ejemplo, en que la desviación de la aguja nos indicará el paso de la corriente.

nería, y esta última tornará de nuevo á repicar para pararse otra vez al cabo de poco tiempo.

Estamos, pues, condenados á agitar perpetuamente el líquido antes de servirnos de él; felizmente nuestros químicos han encontrado algo mejor.

Gracias á ciertas substancias que por consejo de aquellos introduciremos en la pila, y que no tendrán más objeto que comer, devorar esas bolitas enojosas, el inconveniente queda suprimido.

El líquido supletorio recibe el hermoso nombre de *depolarizador*; y sobre esa base han trabajado los inventores á su fantasía para aproximarse á la pila perfecta, como lo vamos á ver.

1.º PILAS DE UN SOLO LÍQUIDO

Pila-botella ó bicromato de potasa. — En un vaso de arcilla, inatacable por los ácidos, vertamos un litro de agua hirviente; agreguémosle 100 gramos de *bicromato de potasa*, sal en cristales rojos que venden los mercaderes de productos químicos.

Agítese algún tiempo con un tubo ó una baqueta de vidrio para activar la disolución, y aguárdese á que el líquido se enfríe ligeramente.

Viértase luego, *muy lentamente*, y por intervalos, 50 gramos de *ácido sulfúrico*, ese aceite de vitriolo de lúgubre memoria, cuyos terribles estragos llenan con frecuencia las gacetillas de los periódicos.

Removamos hasta la completa disolución del bicromato, y obtendremos un líquido rojo carmesí que ha de aumentar singularmente la potencia y la constancia de nuestra pila.

Substituyamos este líquido á nuestra agua de sal, y el resultado será muy notable, á juzgar por el enérgico repiqueteo de la sonería.

Con él, además, tendremos la constancia casi perfecta, pues podremos hacerla sonar una hora seguida sin tregua ni intermitencia ni descanso.

Todo esto estaría muy bien, y habríamos realizado la pila de nuestros sueños, si esta última no presentara un serio inconveniente.

Nuestro zinc, al ponerse en contacto con el ácido ardiendo, desaparece rápidamente. Que nos sirvamos ó no de la corriente que produce nuestra pila, el ataque no es menos violento.

¿ Qué hacer? Es preciso *amalgamar* el zinc, esto es, revestirlo de una capa de *mercurio*.

Amalgama del zinc. — Pongamos en un plato algunas gotas de este metal líquido, la plata viva de los antiguos; después, echemos encima un poco de agua acidulada sulfúrica, y con un cepillo... de la dentadura por ejemplo, frotemos con fuerza nuestra hoja de zinc, mojemos de tiempo en tiempo el cepillo en el plato y no tardaremos en tener el zinc brillante como un espejo.

Detengámonos, porque si fuéramos demasiado lejos, el zinc, al cual se aliga el mercurio, no tardaría en tornarse quebradizo como el cristal.

Volvamos ahora nuestra hoja al líquido : ya no veremos aquel hervor ni aquella rápida disolución del zinc. Esto es perfecto.

Hoy se encuentran con facilidad en el comercio pilas al bicromato, vulgarmente llamadas *pilas-botella*

(fig. 4), que no son sino una forma práctica de la pila precedente.

Una botella de ancha boca cerrada por medio de un tapón A, de ebonita ó caucho endurecido, con una hoja de zinc amalgamado Z colocada entre dos hojas de carbón C.C.

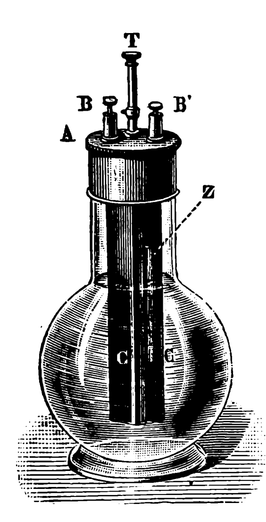


Fig. 4. — Pila-botella.

La hoja de zinc es móvil, y atornillada sobre una caña metálica T que puede subir ó bajar á través del tapón. Un tornillo sirve para detenerla en tal ó cual posición.

Las dos hojas de carbón de filtrar, mantenidas por pinzas de cobre, están unidas entre sí metálicamenteen la pieza B, es decir, en un cortahilo de latón como los hay en todas las sonerías.

En esa pieza de la pila es donde cogeremos el conductor metálico que lleva la corriente á los aparatos de utilización. La hoja de zinc, por su espiga, está religada á una segunda caña B', que recibirá el segundo hilo.

Abramos aquí un paréntesis :

Se da el nombre de polo *negativo* de la pila á la pieza religada al zinc; se le designa corrientemente por el signo — que quiere decir *menos*.

La otra pieza, la religada al carbón ó polo positivo, se designa por el signo + que quiere decir *más*.

La explicación de ambas designaciones es bien sen-

cilla; quieren decir que el carbón es una potencial *más* elevada que el zinc; cuando se reunan las dos piezas por medio de un hilo, se establecerá una corriente que irá de la potencial *más elevada* á la que es de *potencial menos* elevada, exactamente como una corriente de agua va del recipiente ó depósito más elevado al menos elevado.

En resumen, recordaremos que la corriente va del polo positivo al polo negativo, en el circuito exterior, y, para que la circulación sea completa, va del polo negativo al polo positivo en la pila misma.

Volvamos ahora á la pila-botella.

Echemos en el vaso de vidrio ese líquido rojo que sabemos preparar, hasta llenar sus dos terceras partes; pongámosle de nuevo su tapón y metamos el zinc, con lo cual la corriente obtenida será tanto más fuerte cuanto más zinc haya entrado, y esto se concibe.

Gracias á esta disposición, podemos reglar la intensidad de nuestra corriente, á lo cual se debe que la pila sea preciosa para las pequeñas experiencias.

La fuerza electromotriz de la pila-botella, con la solución que acabamos de indicar, es de 2 *voltios;* y puede darnos, según su tamaño, corrientes de 1 á 5 amperios.

Pila asociada. — Para las experiencias de laboratorio de corta duración, como, por ejemplo, para hacer accionar una bobina de Rhumkorff, es necesario tener disponibles más de 2 voltios.

Ha sido, pues, necesario emplear cierto número de pilas-botellas, reunidas en *tensión*, como lo hemos de ver más adelante.

No siendo muy cómodo manejar simultáneamente el zinc de todas estas pilas, han ideado los constructores el montar, sobre una traviesa de madera, varios elementos zinc-carbón.

Dicha traviesa de madera se suspende de una cabria por medio de dos cuerdas ó de dos cadenas (fig. 8), lo que permite subir ó bajar todas las pilas á la vez.

Debajo se coloca una serie de vasos de arcilla ó de vidrio, llenos en sus dos terceras partes de la solución de bicromato que hemos dicho. (Tantos vasos como elementos haya en la pila.)

Esta pila, que no exhala ningún olor, es muy cómoda, porque permite arreglar á discreción la intensidad de la corriente, con sólo obrar sobre la cabria. No conviene, sin embargo, nada más que para las experiencias de los cursos ó de laboratorio que sean de breve duración, una hora como máximun.

Cuando el líquido se pone verdoso y la intensidad de la corriente ya no es constante, conviene renovarlo.

2.º PILAS DE DOS LÍQUIDOS

Ciertas aplicaciones, tales como la relojería eléctrica, la galvanoplastia, la telegrafía, las señales de ferrocarriles, etc., reclaman una corriente constante, débil, pero de larga duración.

La pila que responde mejor á estas condiciones, es la pila Daniell ó sus modificaciones.

Pila Daniell. — Esta pila se compone de un vaso

de vidrio redondo, en el cual se coloca una hoja de zinc contorneada en cilindro. En el centro, un *vaso poroso* de tierra de pipa ó de porcelana aligerada. En este vaso, una hoja de cobre.

Echemos agua en el vaso de vidrio, pero agua que contenga algunas gotas de ácido sulfúrico; por último, llenemos el vaso poroso de una solución saturada de sulfato de cobre, sal en cristales azules, muy conocido en el comercio desde la aparición de las enfermedades de la vid.

Cuidemos de que el nivel de los líquidos sea el mismo en ambos vasos : nuestra pila, así, está pronta á funcionar.

Pero se preguntará : ¿para qué el vaso poroso de tierra de pipa?

La razón es bien sencilla, si recordamos que se trata siempre de combatir esa terrible *polarización*. Hemos visto que los químicos pueden indicarnos productos que sean capaces de absorber esos gases tan nocivos al buen funcionamiento de la pila. El sulfato de cobre es uno de esos cuerpos; así, pues, podríamos agregarlo al líquido de nuestro generador de experimentos, pero como el zinc habría de ser rápidamente atacado, lo ponemos en un vaso especial; y lo escogemos poroso para que pueda haber en él cambios entre ambos líquidos, y también para que la corriente pueda... pasar.

La fuerza electromotriz de un elemento de este género se aproxima á un *voltio*, lo bastante para que haya podido servir de marca ó regla de fuerza electromotriz, por su perfecta constancia.

Desgraciadamente es una pila que no puede dar corrientes muy intensas; el modelo ordinario propor-

ciona algunas *décimas* de amperio, lo bastante apenas para hacer funcionar un aparato telegráfico.

Á fin de que la constancia de la pila se mantenga durante algunos meses, como es indispensable, se necesita que la solución de sulfato de cobre no se empobrezca y se conserve siempre saturada; así es que en los modelos empleados antes en telegrafía, se colocaba en el vaso poroso el cuello de un globo de vidrio, lleno previamente de sulfato de cobre en cristales; estos últimos se iban disolviendo á medida de las necesidades.

Pila Carré. — Hace ya algún tiempo que la pila Daniell ha sido perfeccionada; la corriente que produce ha sido aumentada con la mira de utilizarla para cargar los acumuladores, etc.

El vaso poroso de tierra de pipa, demasiado espeso y por consiguiente, demasiado poco conductor, ha sido reemplazado por una membrana de pergamino (pila Carré); es el mismo elemento, en lo demás, que la pila Daniell; no es idéntico, por ser de mayores dimensiones. Todas estas mejoras hacen que puedan obtenerse corrientes de 12 á 15 amperios (elementos de $0^{m},25$ de altura), siempre con la misma fuerza electromotriz de 1 voltio aproximadamente.

Pila Callaud. — Es fácil ver que el vaso poroso, aun manteniendo separados los dos líquidos de la pila Daniell, ofrece una resistencia considerable al paso de la corriente. Además, al cabo de siete ú ocho meses de servicio, puede comprobarse en la pila Daniell que el vaso pierde una parte de su permeabilidad y aun llegan á obstruírse completamente los po-

ros por depósitos de cobre. Hay que renovar el vaso, por consiguiente, operación costosa cuando se trata de una administración como la de correos y telégrafos que posee millares de elementos y que necesita un material inagotable.

Para remediar estos inconvenientes, se debe á M.

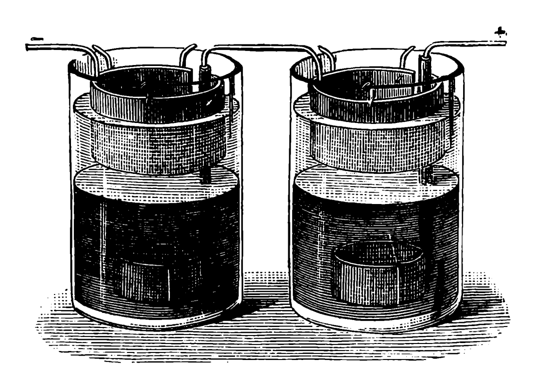


Fig. 5. — Pila Callaud.

Callaud una disposición muy sencilla que permite la supresión completa del diafragma poroso.

En el fondo de un largo tarro cilíndrico se coloca una espiral ó una hoja de cobre que termina en un hilo vertical, hilo que sube hasta el centro del vaso. Este hilo, generalmente revestido de caucho ó de vidrio, constituye el polo positivo de la pila.

Un cilindro de zinc, cuya altura no es más que de un tercio, aproximadamente, de la del vaso de vidrio, queda suspendido en lo alto y constituye el polo negativo.

Para poner la pila en estado de funcionar, se llena el vaso de agua pura y luego se echan al fondo algu-

nos cristales de sulfato de cobre; se añaden algunas gotas de ácido sulfúrico, y durante veinticuatro horas se abandona el elemento á sí mismo. El sulfato de cobre se disuelve; pero como su solución es más pesada que el agua, se queda en el fondo y recubre la espiral de cobre, y el zinc, por el contrario, estando en la parte superior del vaso, se baña en el agua acidulada.

Hemos hecho una pila Daniell, pero bajo otra forma; los dos líquidos quedan separados, no ya por un vaso poroso, sino por su diferente densidad.

Bastará que agreguemos algunos cristales de sulfato de cobre, cuando el color azul tienda á desaparecer: tendremos así una constancia absoluta de la fuerza electromotriz.

La pila Callaud, gracias á su sencillez, se emplea en substitución de la pila Daniell en las oficinas telegráficas. La figura 5 representa el modelo que usan la Compañía de Orleáns y la administración de Correos y Telégrafos de Francia.

El buen funcionamiento de la pila Callaud está asegurado si esta pila trabaja con frecuencia: ha demostrado la experiencia que, dejando el elemento en reposo, la capa de sulfato de cobre se eleva más y más. Á veces llega hasta el nivel del zinc. En tal momento, se depositan sobre este metal racimos pulverulentos de cobre. Estos racimos pueden hasta llegar á establecer una comunicación eléctrica directa, un *corta-circuito*, como suele decirse, entre ambos polos.

En tal caso, la pila cesa de funcionar.

En esta pila, como en la pila Daniell, debe dejarse cerrado el circuito el mayor tiempo que se pueda;

esto es lo que explica su empleo en las oficinas telegráficas recargadas de servicio. Además, es inútil amalgamar el zinc (1), al contrario de lo que se hace y debe hacerse con las otras pilas.

Pila Meidinger. — Para reducir el entretenimiento de las pilas Callaud, se ha propuesto la utilización, como en la pila Daniell, de un globo invertido y lleno de cristales de sulfato de cobre, cuya boca cerrada por un tapón con un agujero se apoya en el fondo del vaso de vidrio.

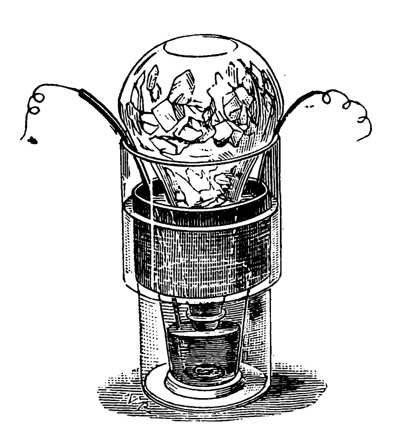


Fig. 6. — Pila Meideinger.

El elemento Meideinger así constituído, tiene además su vaso exterior compartido en medio para evitar la mezcla, siempre posible, de los líquidos. La Compañía P. L. M. tiene empleadas actualmente pilas de este género para obtener una corriente constante, utilizada para poner en acción las campanas grandes anunciadoras de los trenes.

Mientra que la pila Callaud tiene que desmontarse y limpiarse cada tres meses, los elementos Meideinger pueden permanecer un año sin que se les revise.

Pila Bunsen. — Todas las pilas de dos líquidos que

(1) Niaudet, *Las pilas eléctricas.*

tencia que pueden producir es débil, aun con elementos de dimensiones medias.

Ciertas aplicaciones de la electricidad, el alumbrado, la carga de los acumuladores, por ejemplo, aun exigiendo corrientes muy constantes, necesitan de una intensidad bastante grande. La pila Bunsen, muy antigua, que citaremos sencillamente á título de memoria, es una pila de dos líquidos que puede proporcionar las corrientes intensas necesarias para las aplicaciones de que hemos hablado.

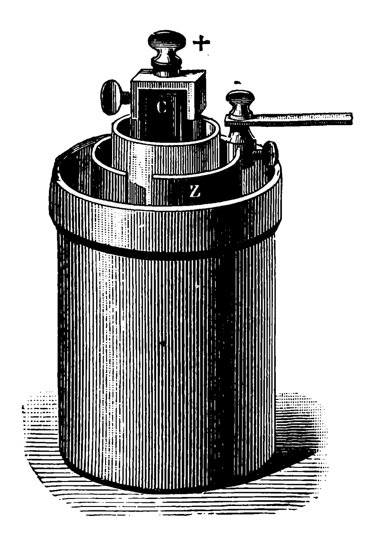


Fig. 7. — Pila Bunsen.

Un vaso de vidrio ó de arcilla contiene un zinc amalgamado Z., replegado en cilindro, y en el centro, un vaso poroso en el cual hay una hoja de carbón de filtrar C. Viértese agua acidulada sulfúrica á una décima alrededor del zinc, ácido azoado ó aguafuerte alrededor del carbón.

El elemento, una vez montado, debe ser utilizado en seguida.

La fuerza electromotriz de la pila Bunsen es de 1 voltio más 9 décimas; un elemento modelo, término medio, puede dar de 5 á 6 amperios.

acabamos de ver (Daniell ó sus modificaciones) dan una fuerza electromotriz muy constante, pero la po-

Al cabo de tres ó cuatro horas de funcionamiento hay que cambiar el ácido azótico del vaso poroso ó agregarle un poco de ácido sulfúrico. Esta pila, con la cual se hicieron los primeros ensayos de alumbrado eléctrico, está hay abandonada por los vapores desagradables que esparce. Nosotros preferiremos la pila al bicromato de dos líquidos.

Pila al bicromato de dos líquidos. — Substituyamos en la pila Bunsen el ácido azótico por la solución siguiente :

Agua	1 litro.
Bicromato de potasa	100 gr.
Ácido sulfúrico	180 gr.

Así tendremos un elemento que, sin esparcir vapores nitrosos, no será menos constante ni menos enérgico. Nuestros constructores, hoy, han invertido la forma de la pila Bunsen : se pone generalmente el zinc y el agua acidulada sulfúrica en el vaso poroso ; el carbón, ó más bien una corona de carbones reunidos por pinzas ocupan el lugar del zinc en el vaso de arcilla. La solución de bicromato, análoga á la receta que hemos dado más arriba, baña los carbones.

Esta disposición permite el fácil levantamiento del zinc : no trabajando la pila, basta fijar las piezas de zinc en una traviesa de madera (fig. 8), como en la pila de cabria al bicromato para un solo líquido.

Emplearemos esta pila para encender, por cuatro ó cinco horas, pequeñas lámparas incandescentes ó para hacer funcionar un pequeño motor; pero hay que tener el cuidado de levantar las piezas de zinc al dejar de servirse de la pila, pues siendo superficial la amal-

gama, desaparece ésta al contacto prolongado con el líquido ácido.

Pila Radiguet. — El inconveniente que acabamos

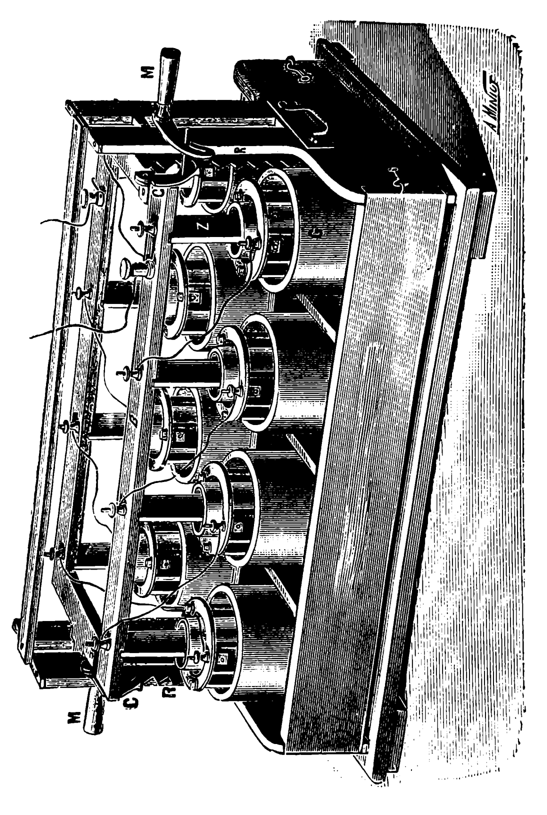


Fig. 8. — Pila asociada.

de señalar se ha suprimido en la pila Radiguet, gracias al empleo de un soporte especial de amalgamar que mantiene la capa de mercurio en la superficie del zinc; tiene además la ventaja de poder utilizar los

detritus ó virutas de este metal (raspaduras de zinc), que se introducen con una pala lo mismo que se mete el carbón en un horno.

La pila *doméstica* Radiguet es una pila al bicro-

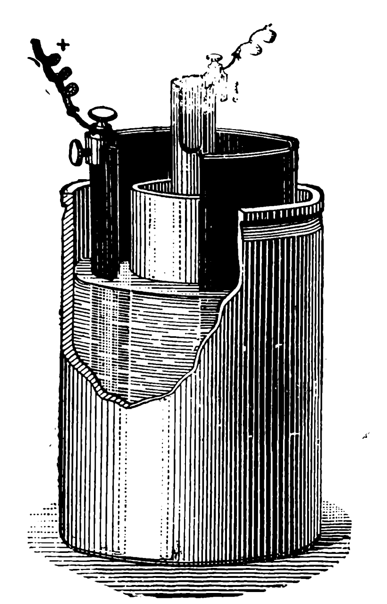




Fig. 9. — Pila Radiguet.

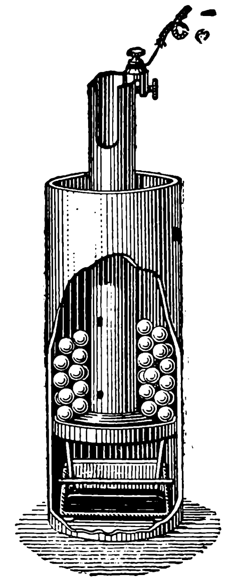


Fig. 10. — Vaso poroso y receptáculo para amalgamar.

mato, de dos líquidos, análoga en su forma á la pila precedente; la corona de carbón es reemplazada por un cilindro del carbón de destilar, más compacto, y no exigiendo más que una sola pinza de cobre para tomar la corriente, lo que facilita su entretenimiento.

En el vaso poroso hay un soporte para amalgamar (fig. 10) constituído por un cubo de porcelana, ence-

rrando aproximadamente 100 gramos de mercurio que contiene un poco de zinc en disolución, formando una especie de amalgama rica en mercurio. Un tubo de cobre terminado por una galería circular y dos cañas de cobre metidas en el mercurio, completan este soporte que una traviesa reune á la cubeta de amalgama. El tubo es introducido en el vaso poroso, como lo muestra el corte. En el vacío cilíndrico anular que se deja entre el vaso poroso y el tubo, es donde se pone el zinc que ha de utilizarse : raspaduras, virutas, fragmentos, esferas especiales, etc. Por una acción capilar, mecánica ó eléctrica, cuya explicación es prudente reservar, el mercurio trepa á lo largo del soporte, así como sobre el zinc que está en contacto con él, y los mantiene siempre en perfecto estado de amalgama.

Gracias al empleo de un sifón y del soporte para amalgamar, la pila puede estar montada indefinidamente, puesto que la renovación del líquido se hace con facilidad, y que basta echar trozos de zinc en el vaso poroso á medida que se van gastando. La única precaución que ha de tomarse, es remover y acepillar de tiempo en tiempo los pedazos de zinc con un pincel análogo ó los que usan los pintores para reavivar las superficies de contacto.

Las constantes de esta pila son :

Fuerza electromotriz inicial...	2,12 voltios.
» » normal..	2 voltios.
Producción normal	1 á 1,5 amperios.
Diferencia de potencial media, útil en los límites	1,7 voltios.
Resistencia interior media ...	0,2 ohmios.

La pila doméstica Radiguet convendrá muy bien para los pequeños alumbrados, para cargar los acumuladores, para accionar un pequeño motor ó las gruesas bobinas de Ruhmkorff utilizadas para los rayos X y la telegrafía sin hilos.

3.º PILAS CON DESPOLARIZADOR SOLIDO

Hénos ya en posesión de numerosos generadores de energía eléctrica suficiente; aquí podríamos terminar la enumeración de ellos, si no nos faltara decir algo de la pila doméstica por excelencia, la pila Leclanché. Universalmente conocida para poner en acción los sonerías eléctricas del mundo entero, esta pila debe su buen éxito á su sencillez y baratura. Con ella se acaban las manipulaciones de líquidos ácidos ó cáusticos y también los vapores desagradables; además, cesan los inconvenientes del zinc á circuito abierto, pues ya hemos visto que, á pesar de la amalgama, resulta oneroso el funcionamiento de las precedentes pilas.

Nada tiene que temer del frío ni de la helada; gracias á ello, los millares de elementos situados en todas direcciones á lo largo de las vías de nuestras grandes empresas de ferrocarriles, garantizan la seguridad de los viajeros proporcionando la corriente eléctrica necesaria á la comprobación de todas las señales.

Pila Leclanché. — En esta pila, el despolarizador es un cuerpo sólido: el bióxido de manganeso que se halla esparcido en la naturaleza; el líquido es una

solución de clorhídrato de amoníaco, poseyendo la notable propiedad de no obrar sobre el zinc nada más que mientras la pila funciona. Según las aplicaciones se emplea :

1.° La pila Leclanché en vaso poroso.
2.° » » en placas movibles aglomeradas.
3.° » » en aglomerado cilíndrico.
4.° » » en saco.

1.° Pila Leclanché de vaso poroso.— El elemento (fig. 11) se compone de una hoja de carbón de filtrar, rodeado de una mezcla de bióxido de manganeso y de carbón-filtro en granos, todo encerrado en un vaso poroso de tierra de pipa en forma cilíndrica, tapado con brea.

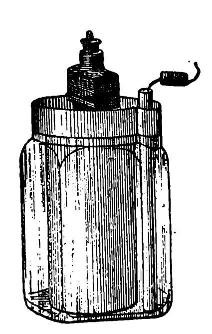


Fig. 11. — Pila Leclanché.

Se pone un bastón de zinc amalgamado en el vaso exterior, que contiene igualmente el vaso poroso y una solución de clorhídrato de amoníaco.

Montaje.— Para hacer el montaje de la pila de vaso poroso, colócase éste en el centro del vaso de vidrio; se pone luego en este último y, alrededor del vaso poroso, la cantidad de sal amoníaca necesaria, ó sea 200 gramos para el elemento gran modelo, 100 gramos para el modelo medio, y 80 gramos para el modelo chico. Agrégase en el vaso de vidrio el volumen de agua que convenga, es decir, hasta tres cuartas partes de la altura del vaso ; después se pone el lápiz de zinc en el piso del mismo.

Prescripciones que deben observarse. — 1.ª No emplear sino sal de amoníaco perfectamente pura, exenta de metales, sobre todo de plomo.

2.ª Colocar los elementos en un sitio seco y de temperatura media; evitar, sobre todo, el que reposen en superficies húmedas y que los vasos se toquen entre sí.

3.ª Cuidar de que los contactos estén limpios y los conductores bien aislados.

4.ª Si el líquido baja por efecto de la evaporación, debe agregarse el necesario para que vuelva á su nivel, tres cuartos de la altura del vaso.

5.ª Cuando el líquido, de límpido que era, se hace lechoso y opalino, es un indicio de que carece de sal amoniacal y es necesario ponérsela de nuevo.

6.ª Raspar los cristales que se depositan á veces en los zincs.

2.º **Pila Leclanché de placas aglomeradas.** — Con la mira de suprimir el vaso de tierra porosa que no permite el que tengamos corrientes muy intensas, ha ideado el inventor aglomerar la mezcla de bióxido de manganeso y de carbón de filtrar en forma de ladrillos. La pila comprende una hoja de carbón, semejante al de los vasos porosos, en la cual se pegan, por medio de anillas de caucho, una ó más placas aglomeradas, según la duración y constancia que se le quiera dar á la pila.

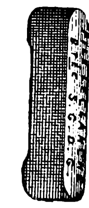


Fig. 12.—Placa aglomerada.

El zinc es casi siempre un bastón, separado por un aislador del aglomerado de tierra porosa; sin embargo, suelen montarse los elementos de placas con

zinc de gran superficie (fig. 14), lo cual tiene por efecto disminuír la resistencia interior y por consecuencia aumentar la intensidad de la corriente. Estos elementos (fig. 15) los emplea la marina para la explosión de los torpedos.

El montaje del elemento de una placa se opera co-

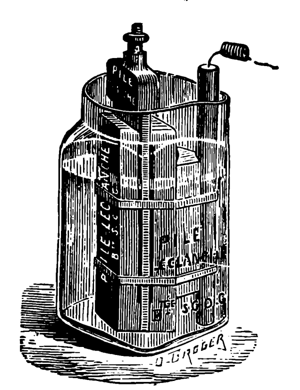


Fig. 13. — Elemento ordinario en 2 placas.

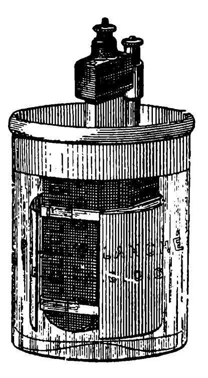


Fig. 14. — Elemento en 3 placas, zinc circular.

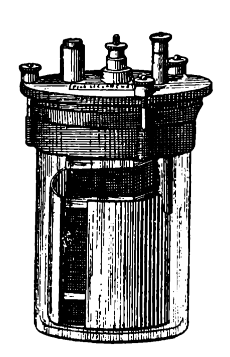


Fig. 15. — Elemento hermético.

locando directamente sobre el carbón el bloque aglomerado, por la parte cóncava, después el aislador poroso por el lado plano del bloque y por último el lápiz de zinc en el cuello del soporte aislador; se enlaza luego todo el sistema por medio de las abrazaderas de caucho y se sumerge en la disolución de sal amoniacal contenida en el vaso exterior.

Es preciso cuidar de que el caucho superior esté siempre inmergido, para evitar su rotura.

Para el elemento de dos placas (fig. 13), colóquese, además, la segunda placa al otro lado de la hoja de carbón.

Para el elemento de tres placas, dispóngase una por cada lado del carbón y la tercera sobre el soporte aislador, todo mantenido por las anillas ó brazaletes de caucho. Se añade también, sobre lo alto del zinc un pedazo de tubo de caucho, con lo cual se evita el contacto del zinc con la cabeza metálica del carbón.

El aglomerado debe estar aislado siempre del zinc por un soporte de madera, una cuña ó rodelas de caucho, á fin de evitar los *corta-circuitos* (1) que inutilizarían la pila en breve tiempo.

Las cargas de sal amoníaca para estos elementos son de 100 gramos para el modelo medio, y de 80 gramos para el modelo de una placa.

Las mismas prescripciones que para los vasos porosos.

3.° **Pila de aglomerado cilíndrico Leclanché-Barbier.** — Este elemento (fig. 16), de creación más reciente, se compone de un cilindro hueco aglomerado (fig. 17), compuesto de bióxido, manganeso y carbón, y provisto de una cabeza metálica dotada de un tornillo.

El zinc (fig. 18), mantenido por un tapón de madera con su agujero, ocupa la parte central, provisto en su parte inferior de un tubito de caucho para evitar el cierre del circuito, cierre que pudiera resultar de un contacto accidental del zinc y el aglomerado, y que ocasionaría el desgaste del elemento sin utilidad ninguna.

Montaje. — Colocar el aglomerado cilíndrico en el

(1) Se llama circuito corto toda comunicación franca entre los dos polos de un generador eléctrico.

vaso, apoyándose la juntura de caucho en el cuello del mismo. Lémese después de una solución salina amoniacal hasta tres centímetros aproximadamente de la cabeza del cilindro.

Se puede operar separadamente para cada ele-

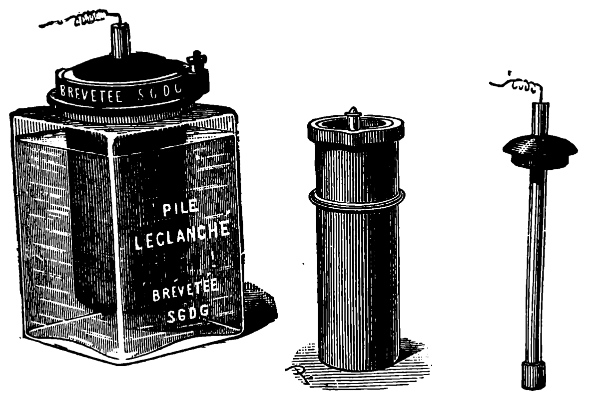


Fig. 16. — Pila Leclanché-Barbier. Fig. 17. — Polo positivo. Fig. 18. — Zinc.

mento, haciendo disolver, en el vaso mismo, la cantidad de sal necesaria : 125 gramos para el pequeño modelo y 250 gramos para los elementos del modelo grande. Cuando se han de montar diversos elementos, es preferible preparar el líquido con anticipación, haciendo disolver, en la cantidad de agua necesaria, toda la sal que pueda absorber aquella.

Es necesario evitar que se moje el anillo metálico del aglomerado cuando se vierte el líquido. Por último, hay que introducir en el centro del aglomerado el zinc sostenido por su tapón de madera provisto de un pequeño tubo de caucho aislador.

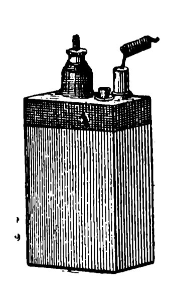
Prescripciones que deben ser observadas. — Las mismas que para los vasos porosos. No obstante, la pila exige menos cuidados en lo concerniente al nivel del líquido y á las sales trepadoras, gracias al cierre casi hermético.

Observación. — Agregando á la sal de amoníaco de los elementos Leclanché una pequeña cantidad de cloruro de zinc, la práctica enseña que se suprimen casi por completo las sales trepadoras y los cristales que se forman sobre el zinc y el carbón, cuando se emplea sola la sal de amoníaco. Esta precaución hará casi nulo el entretenimiento durante algunos *años* consecutivos.

Pila Leclanché de saco. — Substituyamos el vaso poroso de tierra de pipa de la pila Leclanché, descripto más arriba, por un saco de tela burda, pero sólida, en el cual comprimiremos la mezcla de bióxido de manganeso y de carbón. Gracias á la permeabilidad muy grande de este nuevo vaso poroso, nuestra pila podrá darnos una corriente intensa y bastante constante para alimentar durante algunos momentos una lamparita incandescente. Esta pila, fácil de construír, se emplea igualmente con éxito para hacer funcionar los aparatos de encender.

La fuerza electromotriz de la pila Leclanché es de 1,5 voltio. La intensidad de la corriente que puede proporcionar varía según los modelos, bastándonos decir que la pila de saco puede dar un corto circuito de 15 á 20 amperios con un elemento medio. El inconveniente único de la pila Leclanché es no dar una corriente constante, si se la deja en circuito demasiado tiempo.

Utilizada para un servicio intermitente, como, por ejemplo, el de los timbres eléctricos, podrá funcionar durante varios meses y aun años, porque la fuerza electromotriz recobra su valor primitivo durante los intervalos de reposo.


Fig. 19. — Pila seca.

Pilas de líquido inmovilizado. — Los triciclos de petróleo y los carruajes automóviles utilizan hoy para el funcionamiento de sus bobinas las pilas Leclanché de líquido inmovilizado. Se emplean varias substancias : el serrín de madera, el yeso y, por último, una jalea de agar-agar hacen la pila perfectamente transportable.

PROCEDIMIENTO PRÁCTICO PARA INMOVILIZAR EL LÍQUIDO DE LAS PILAS LECLANCHÉ.

Preparar una solución *saturada* de sal amoniacal en el agua, y hacer una pasta espesa con este líquido y almidón como para pegar.

Verter esta pasta, caliente todavía, en los vasos de vidrio de los elementos Leclanché, tomando con preferencia el modelo de aglomerado cilíndrico, pues los vasos porosos y los sacos dan en este caso resultados mediocres.

Cuidarse de que el bastón de zinc esté bien en el centro del cilindro de manganeso y dejarlo que se enfríe. La pila se cierra ella misma por la película formada en la superficie del almidón.

Para aligerar el peso de la batería, se puede hacer

uso de vasos de celuloide y aun de cajas-estanques de madera.

La práctica ha enseñado que esta clase de elementos son útiles para encender los motores de los carruajes automóviles.

Pila de Lalande y Chaperón. — El depolarizador

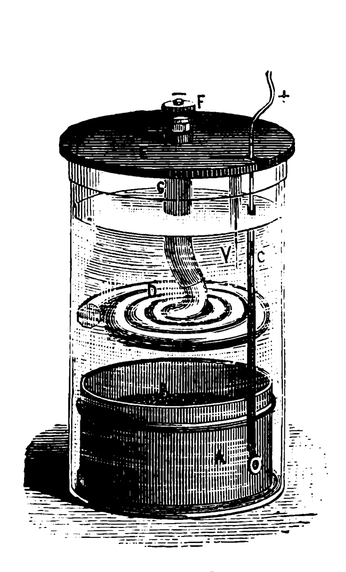


Fig. 20. — Pila de Lalande y Chaperón (modelo antiguo).

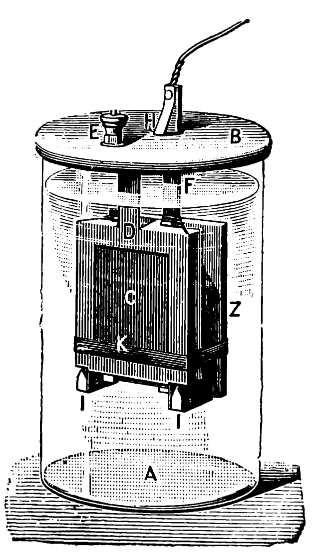


Fig. 21. — Pila de Lalande (nuevo modelo).

de esta pila es sólido como en la pila precedente, y el líquido no tiene acción sobre el zinc de circuito abierto.

El vaso de vidrio V (fig. 20) contiene un bote de hojalata A lleno de óxido de cobre. Se llena el vaso con una solución concentrada de potasa cáustica, en

la cual se baña el zinc replegado espiralmente en los primeros modelos.

Un hilo religado al bote de hojalata constituye el polo positivo; el zinc es siempre el polo negativo.

En modelos más recientes (fig. 21), el óxido de cobre se aglomera en forma de ladrillo C, dispuesto á corta la distancia de la hoja de zinc.

El líquido ha de ser recubierto de petróleo ó de parafina para evitar el ataque de la potasa por el ácido carbónico del aire.

Esta pila da corrientes muy constantes y bastante enérgicas; desgraciadamente su fuerza electromotriz, poco elevada (0,9 volt.), y el inconveniente que ofrece el manejo de un líquido tan peligroso como la potasa cáustica concentrada, restringen las aplicaciones.

ASOCIACIÓN DE PILAS

Ya hemos visto que la fuerza electromotriz de nuestros diversos elementos de pila, está generalmente comprendida entre 1 y 2 voltios.

¿Cómo haremos para alimentar una pequeña lámpara incandescente de 10 voltios, por ejemplo?

La primera idea que ha de ocurrírsele al lector, es la de reunir un número suficiente de elementos para obtener los 10 voltios exigidos por la lámpara. Con pilas de bicromato bastarían 5 elementos. ¿Pero cómo reunirlos?

La práctica demuestra que es necesario montarlos en *tensión* ó en *serie*, esto es, asociar el zinc del primer elemento con el carbón del segundo, el zinc del

segundo con el carbón del tercero, y así sucesivamente, como está indicado en la figura 22.

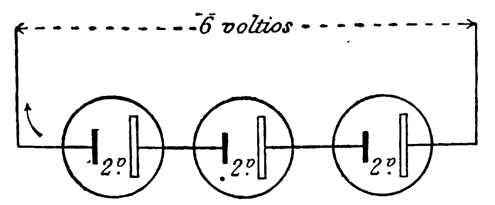


Fig. 22. — Asociación en tensión.

Queda libre en cada extremo : el carbón del primer elemento y el zinc del último.

Á estos dos puntos fijaremos los hilos conductores que van á las aparatos.

El montaje en tensión es el que se emplea más á menudo. Recuérdese que en esta asociación la fuerza electromotriz de la *batería de pilas*, es la suma de las fuerzas electromotrices de los diversos elementos.

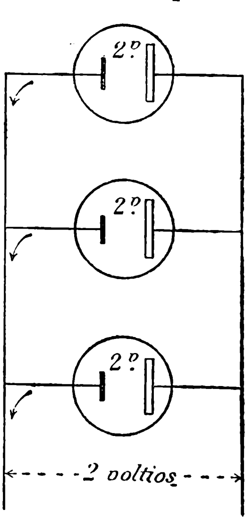


Fig. 24. — Asociación en cantidad.

Supongamos, al contrario, que tenemos necesidad de una corriente bastante intensa, de 8 á 10 amperios para la galvanoplastia (nikelaje, dorado, plateado, etc.), ó para cualquiera otra aplicación.

En ese caso acoplaremos nuestros elementos en *cantidad*, lo cual quiere decir que reuniremos éstos

por sus polos del mismo nombre : el zinc con el zinc, el carbón con el carbón. Fijaremos un hilo al punto de unión de todos los zincs y otro hilo al de todos los carbones.

¿Qué sucederá? Cada elemento, comportándose como si estuviera solo, va á proveer al conducto general de toda la corriente que es susceptible de dar. La fuerza electromotriz de que se dispondrá entre los conductores será la de un solo elemento, 2 voltios si empleamos una pila de bicromato. Cuando juntemos los dos hilos, pasará una corriente cuya intensidad será tanto más elevada cuanto mayor sea el número de elementos.

No podemos hacer nada mejor que comparar la canalización, en este caso, á un estanque alimentado por tantas fuentes como elementos de pila poseemos.

Apresurémonos á decir que rara vez se emplea este último montaje.

Elección de las pilas según las aplicaciones.

La lista siguiente podrá servir de indicación para las necesidades ordinarias de la práctica; la tomamos del *Formulario del electricista*, de M. E. Hospitalier.

Depósitos electroquímicos. — Daniell. — Bunsen. — Al bicromato (Radiguet), Lalande.

Dorado. — Daniell.

Plateado. — Daniell. — Bunsen.

Luz eléctrica. — Bunsen. — Al bicromato (asociada y Radiguet). — Carré. — Acumuladores.

Bobinas de Ruhmkorff. — *Rayos X.* — *Telegrafía*

sin hilos. — Bicromato. — Bunsen. — Acumuladores.

Experiencias de laboratorio. — Pilas de bicromato (botella ó cabria). — Acumuladores.

Pilas médicas. — Leclanché.

Grandes líneas telegráficas. — Daniell, Callaud, Meidinger, Leclanché, Lalande.

Timbres y usos domésticos. — Leclanché.

Teléfonos. — Leclanché. — Lalande.

Medidas eléctricas. — Daniell. — Leclanché. — Acumuladores.

Torpedos. — Leclanché. — De bicromato.

CAPÍTULO II

LAS MÁQUINAS

Las pilas que acabamos de ver son generadores muy útiles cuando se trata de poner en acción pequeños aparatos que no exigen una gran fuerza, tales como los teléfonos, los timbres eléctricos, etc.; pero son de entretenimiento muy costoso, cuando se necesita una fuerza más considerable como la exigida para el alumbrado eléctrico.

Para esta última aplicación, máxime si se trata de una instalación de cierta importancia (alumbrado de un palacio, de una villa, etc.), recurriremos á las *máquinas dinamo-eléctricas.*

¿Qué es una dinamo?

Tal es la pregunta que muchos han debido hacerse, por lo mismo que la palabra es hoy de uso corriente.

La máquina dinamo-eléctrica, diremos, es un aparato que puede transformar la energía mecánica en energía eléctrica, ó lo contrario.

En otros términos, quiere decir que, si hacemos girar esa máquina dándole fuerza mecánica, recogeremos en cambio, en las lámparas que ella alimente,

cierta potencia eléctrica, la que se nos manifestará por el brillo más ó menos esplendente de nuestro alumbrado.

Nosotros nada creamos, no lo olvidemos; lo que hacemos es recoger el equivalente de lo que hemos dado, y aun hemos de resignarnos á tener una pequeña pérdida, ya que nuestra máquina no es ni puede ser perfecta.

Principio. — El principio fundamental en que reposa la máquina dinamo-eléctrica, es el de la inducción, descubierto por Faraday.

Este sabio había comprobado que, si se acerca un imán á un circuito metálico cerrado, nace en este circuito una corriente eléctrica. Alejando el imán, la corriente cambia de sentido.

Antes de continuar, estudiemos este imán, llamado á representar cierto papel en la electricidad.

Magnetismo. — Hay en la naturaleza determinadas piedras (óxido magnético de hierro) que tienen la curiosa propiedad de retener en sus extremidades las limaduras del hierro.

Si frotamos con una de esas piedras ó imanes una aguja ó una vara de acero, les comunicaremos la propiedad.

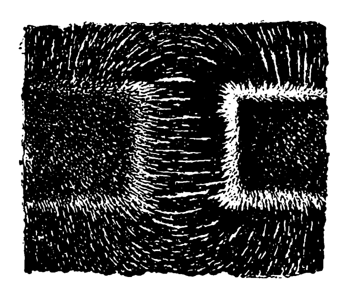
Coloquemos un imán natural ó artificial debajo de una hoja de cartón, salpiquemos encima limaduras de hierro, dando ligeras sacudidas al cartón, y veremos que las limaduras ó granos de hierro se agrupan en hileras ó líneas que todas convergen hacia dos puntos principales, que llamaremos los *polos* de nuestro imán.

El conjunto de todas estas líneas invisibles, pero

que nos las revela la limadura de hierro, constituye el *campo magnético* (fig. 25).

Á las líneas que van de uno á otro polo de nuestro imán, se les da el nombre de *líneas de fuerza.*

Pero los imanes naturales no son los únicos medios



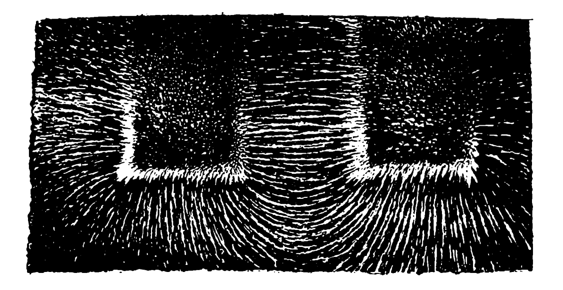


Fig. 25. — Fantasmas magnéticos.

que conozcamos para obtener un campo magnético, pues ya hemos visto desde el comienzo manifestarse una corriente eléctrica por la imantación pasajera de un trozo de hierro dulce.

Arrollemos un hilo de cobre revestido de seda sobre una vara de hierro, y lancemos á ese hilo la corriente

de una pila un poco enérgica, por ejemplo, de una pila al bicromato. La varita de hierro se nos transformará en un poderoso imán capaz de atraer las limaduras ú objetos de hierro de poco tamaño que le presentemos.

Desgraciadamente la imantación del hierro es pasajera; cesa al cesar la corriente.

Haremos constar, empero, que los imanes así realizados, los electroimanes, mejor dicho, son infinitamente menos potentes que los imanes naturales. Digamos también que el inconveniente señalado, la brusca desimantación, se ha convertido en una ventaja aprovechada ingeniosamente en los aparatos de telegráfos, timbres eléctricos, etc.

Podía preguntarse, inmediatamente después del descubrimiento del electroimán, si no sería verdadera la recíproca y si, introduciendo un imán en el centro de una bobina de hilo de cobre revestida de seda, no nacería una corriente en el hilo. Proseguidas las investigaciones, dieron por resultado el famoso experimento de Faraday, que es efectivamente la recíproca del electro imán, pero con la diferencia de que la corriente no persiste mientras dura la imantación; no se produce más que en el momento en que hay *variación* de imantación en la bobina.

Para observar este fenómeno, tomemos una bobina de hilo de cobre envuelto en seda ó algodón, cuyos extremos religaremos á un *galvanoscopio,* aparato análogo al que nos ha servido para descubrir la presencia de la corriente de la pila, pero más sensible aún (1). Nos cuidaremos de poner el aparato á una

(1) El experimento sale muy bien con un galvanómetro de marco móvil Chauvin y Arnoux, que es suficientemente sen-

distancia conveniente, para que su aguja no sea directamente influída por el imán.

Aproximemos bruscamente nuestra bobina á una barra de acero imantado ó, si se quiere, á uno de los imanes que sirven hoy de juguete.

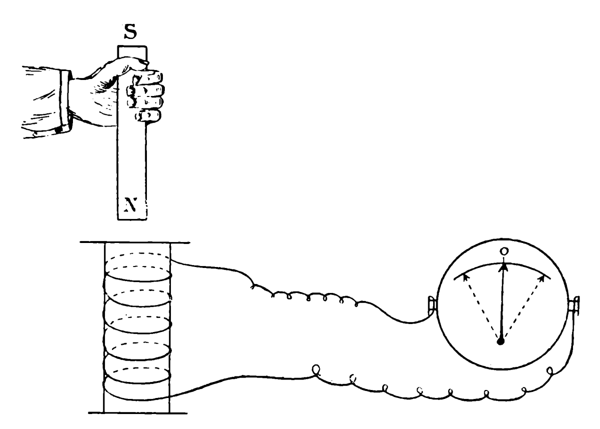


Fig. 26. — Experiencia de Faraday.

La aguja de nuestro indicador de la corriente va á desviarse en cierto sentido. Alejemos rápidamente la bobina ó el imán y la aguja desvía en sentido inverso.

Concíbese, pues, una máquina que desde luego podemos constituir con una bobina de hilo de cobre aislado, fijo en una rueda que haremos girar con rapidez ante un potente imán.

Cada vez que la bobina se aproxime al imán por efecto de la rotación, nacerá una corriente en el hilo, si el círculo está cerrado, corriente que cambiará de

sible y en todo caso no influído por las acciones magnéticas exteriores.

sentido en el momento en que la bobina empiece á distanciarse.

Esta máquina nos dará lo que llamanos *corriente alternativa*.

Las corrientes de este género son las que alimentan las redes del alumbrado y de distribución de fuerza eléctrica en algunas de las grandes ciudades.

Con las corrientes alternativas podemos encender lámparas de incandescencia y aun lámparas de arco, pero no podemos cargar acumuladores (aparatos con frecuencia útiles para un gran número de aplicaciones). Por esta razón y por algunas más, se ha procurada buscar directamente con las máquinas una corriente contínua.

La primera dinamo industrial de este género, la máquina de Gramme, ha producido una revolución completa en la electricidad; gracias á ella, el alumbrado eléctrico se ha extendido, la galvanoplastia ha hecho importantes progresos, y no queda por decirlo así aplicación que no haya aprovechado sus ventajas.

Máquinas de corriente contínua.

Volvamos á nuestra máquina primitiva, constituída por una bobina que se mueve delante de un imán, la cual, como sabemos, nos da corriente alternativa.

Para obtener con ella una corriente continua, sería necesario darle media vuelta á la bobina en el preciso instante en que el movimiento va á cambiar de sentido. En todo caso, es fácil de verificar con nuestra bobina de experiencias; no obstante, será difícil ha-

cerlo prácticamente, y no vemos bien cómo lo haríamos.

La máquina Gramme, tal como fué concebida por el inventor, estaba constituída por un anillo de hierro que servía de soporte á una serie de bobinas de hilo de cobre aislado en seda ó algodón.

Dicho anillo estaba montado sobre un eje y se podía hacerlo girar entre los polos de un imán potente.

Aquí volvemos á encontrar los elementos de nuestra máquina primitiva: el imán y la bobina móvil.

Sigamos atentamente á una bobina durante su rotación.

En el momento en que se aproxime al polo N del imán, nacerá una corriente en el hilo; y, cuando se aleja del mismo polo, cambiará de sentido la corriente.

En realidad la corriente *no cambia de sentido*, porque la bobina *se ha vuelto* al pasar delante del polo en D. Se ve, en efecto, que al alejarse ya no presenta al polo la misma cara que al aproximarse.

Siguiendo á nuestra bobina de D á A, el sentido de la corriente no cambiará, pero disminuye.

Pronto llegaremos al punto A situado á igual distancia de los dos polos; en tal instante no tendremos corriente. Después, al acercarnos al polo S, una corriente se originará, y esta vez no cambiará de sentido, pues este polo no es el polo N. Cuando la bobina llegue á C, la corriente conservará el mismo sentido que tuvo de A á C, pues la bobina se ha vuelto como en D. La corriente irá menguando hasta hacerse nula en B. Los mismos fenómenos se renovarán indefinidamente.

Esta ingeniosa disposición nos muestra que todas las bobinas situadas en una mitad del anillo hacia el mismo polo serán recorridas por corrientes del mismo

sentido, y las del otro lado por corrientes de sentido inverso.

Reunamos todas estas bobinas.

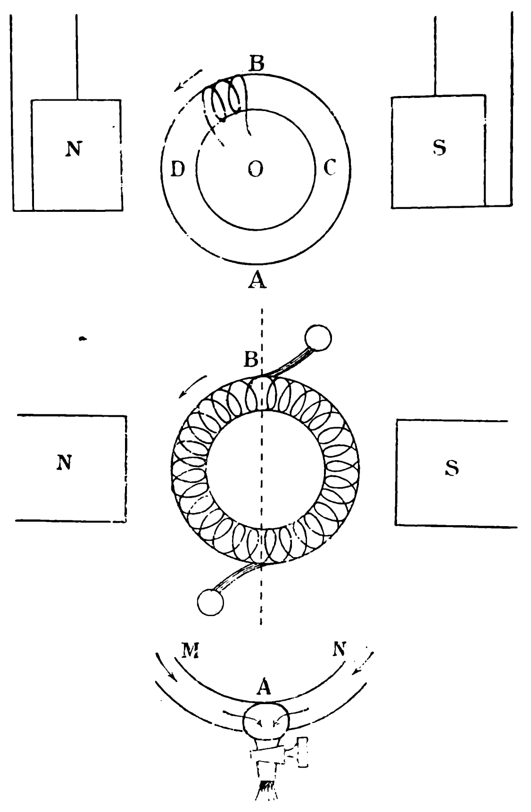


Fig. 27. — Teoría del anillo Gramme.

En cada una de las dos mitades los efectos se agregarán y podremos comparar nuestro anillo á dos tubos M y N, conductores de dos corrientes de agua

de sentido contrario en un punto A, donde colocaremos un grifo. Las dos corrientes que van la una hacia la otra se reunirán en una sola de intensidad doble, cuando abramos el grifo A.

Intentemos asimismo recoger estas corrientes que caminan en sentido inverso hacia el punto A de

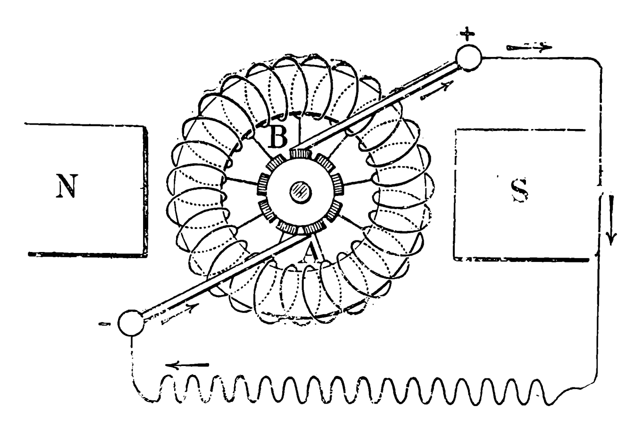


Fig. 28. — Anillo Gramme con colector.

nuestro anillo. Con tal objeto hagamos apoyar en A, sobre las bobinas, frotadores metálicos ligeros ó *escobillas*, que harán una sangría en el aislador del hilo, lo limpiarán en otros términos y darán una salida á las corrientes. Hagamos lo mismo en B, reunamos A y B por un hilo conductor, y comprobaremos en seguida que recorre el hilo una corriente continua.

En la práctica no se hace reposar las escobillas directamente sobre los hilos del anillo, salvo quizá con las máquinas construídas especialmente para eso

por la Sociedad Alsaciana de Construcciones mecánicas de Belfort.

Se prefiere emplear un *colector* constituído por una serie de láminas de cobre duro, tan numerosas como sea posible, aisladas entre sí por cartón comprimido ó mejor por mica (1), religada cada una de las láminas con un punto del anillo, como se ve en la figura.

El conjunto del colector se halla montado mecánicamente sobre el árbol de la máquina ; constituye un cilindro muy liso sobre el cual vienen á frotar las escobillas.

Nada ha cambiado en nuestro anillo Gramme, como no sea que los dos puntos A y B de captación de la corriente han sido transportados al colector.

Generalidades sobre las máquinas.

Una máquina de corriente continua comprenderá siempre tres partes distintas y características, que son :

1.° Los imanes ó *inductores*.
2.° El anillo más ó menos modificado.
3.° El colector.

Examinemos sucesivamente las condiciones de funcionamiento de cada una de estas tres partes.

1.° **Inductores.** — Hemos visto que, para obtener corriente, era preciso hacer girar nuestro anillo entre los dos polos de un imán en forma de herradura. Las

(1) La mica es un cuerpo transparente, aislador é incombustible que se encuentra en la naturaleza.

máquinas de este género son las llamadas máquinas *magneto-eléctricas*. La experiencia nos ha demostrado

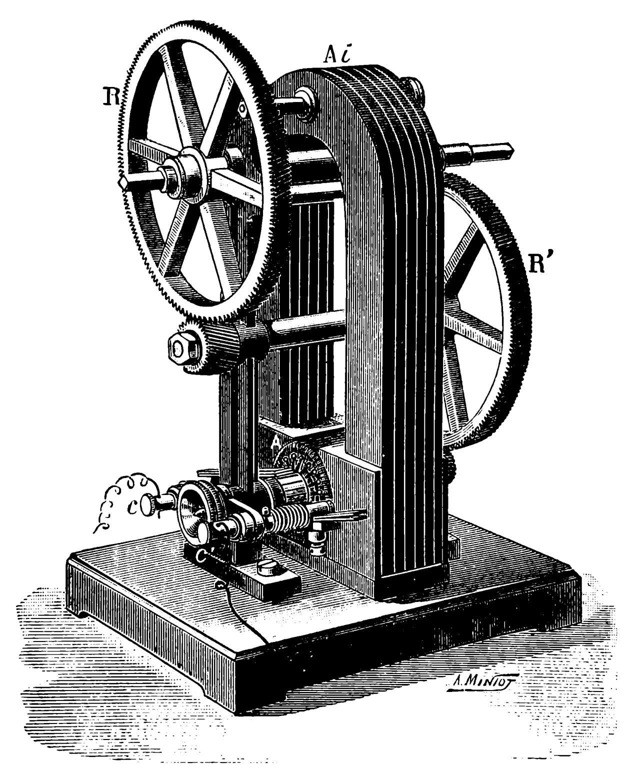


Fig. 29. — Máquina magneto-eléctrica.

que la fuerza electro-motriz desarrollada en el anillo es proporcional :

1.° Á la potencia del imán ó al campo magnético.

2.° Á la longitud del hilo de cobre aislado y arrollado sobre el anillo.

3.° Á la velocidad del movimiento de los hilos.

Tendremos interés en servirnos de imanes tan potentes como sea posible, para lo cual reuniremos 3, ó 4, ó 5, según las dimensiones de nuestra máquina.

Se construyen hoy pequeñas generatrices de este género que pueden encender minúsculas lámparas incandescentes de 8 á 10 voltios, muy útiles para ciertas aplicaciones.

Mencionaremos de paso las maquinitas magneto-electricas sistema Ducretet, empleadas en artillería para el reconocimiento de los cañones.

Para máquinas más importantes se ha renunciado á los imanes á causa de su volumen y de su escasa potencia; se han preferido los electro-imanes, que pueden proporcionar campos magnéticos de muy grande intensidad.

Recordemos que el electro-imán está constituído por un núcleo de hierro dulce, en el cual se enrosca un hilo de cobre recubierto de seda.

Lanzando una corriente eléctrica en el hilo, el hierro se imanta, y pierde su imantación en cuanto se suprime la corriente.

Tomemos un electro-imán en forma de herradura, y podremos realizar un inductor que substituiremos á nuestro imán de potencia insuficiente.

Bastará hacer pasar una corriente enérgica por el hilo de nuestro electro-imán para tener en seguida un campo magnético intenso.

Podría parecer que giramos en un círculo vicioso. Queremos obtener corriente, y empezamos por gastarla para crear nuestro campo magnético inductor.

Pero afortunadamente no es así; supongamos que,

lo primero, es enviar nuestro electro-imán inductor á la corriente de una pila y, después, cuando la máquina gire, la tomaremos una débil parte de la corriente que produce, para mantener el electro-imán *excitado,* es decir, imantado.

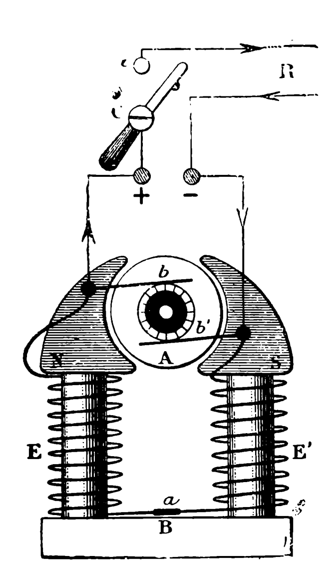


Fig. 30. — Esquema de la máquina dinamo.

En suma, el gasto ó consumo de corriente que es necesita para excitar á los inductores, es ámpliamente compensado por la mayor potencia que se obtiene.

Tal es el principio de las máquinas *dinamo-eléctricas* actuales.

Estudiando de cerca una de estas máquinas, distinguimos muy bien las bobinas de los inductores, arrolladas aquellas en un armazón de palo y enfilada cada una sobre una de las ramas del electro-imán en herradura.

El anillo gira entre los polos que se desenvuelven en arco de círculo, de manera que puedan utilizar mejor el campo magnético.

En lugar del hierro dulce difícil de trabajar, se emplea en la actualidad el *acero dulce* Robert, que se amolda muy fácilmente á la forma que se quiera, habiéndose abandonado la fundición ordinaria.

Cada constructor ha adoptado una disposición par-

ticular para los inductores de sus máquinas, pero todos son muy semejantes en cuanto al principio.

2.º **Anillo modificado.** — El anillo Gramme de nuestra máquina de experimentos estaba constituído por un círculo macizo de hierro dulce que servía de soporte á las bobinas. El hierro sirve para ofrecer un camino fácil á las líneas de fuerza que van de un polo á otro del imán ó del electro-imán, sin perjuicio de forzarlas á atravesar los bobinas.

Si construyéramos una máquina sobre estos datos, no tardaríamos en inutilizarla después de algunas horas de funcionamiento. El hierro en plena masa pronto se calienta, cuando se le desplaza rápidamente en un campo magnético, y es así por dos razones : 1.ª, porque se desarrollan en la masa corrientes parásitas, llamadas *corrientes de Foucault* ; 2.ª, porque el hierro es tardío en la imantación y la desimantación durante el movimiento rotativo ; ese retardo, llamado *histeresis*, va á contribuír á caldear nuestro anillo.

¿ Qué remedio pondremos á estos males ?

Las máquinas actuales tienen sus anillos constituídos por un conjunto de discos de palastro muy fino, de 3 á 4 décimas de milímetro de espesor todo lo más, separados los estos por papel. Se obtiene así un anillo de hierro, en el cual son mínimas las pérdidas por *histeresis* ó retardo y en el cual no pueden circular las corrientes de Foucault, por impedirlo el papel aislador interpuesto entre las láminas. El anillo se mantiene sólidamente sobre el árbol, por medio de travesaños de bronce. El hilo está encima, enrollado con mucha regularidad, formando un espesor tan escaso como sea posible.

En los modernos anillos modificados, ó *induits* que dicen los franceses, también se abandona el anillo, prefiriéndose el tambor cuyo principio es el mismo del anillo Gramme; los hilos se alojan comúnmente en las ranuras practicadas en la superficie de los discos, donde están más al abrigo y no expuestos á frotarse con los polos inductores. Además, este montaje hace que sea más mecánica la construcción.

Los hilos de cobre revestido de algodón que arrollamos al *induit*, deben ser barnizados esmeradamente con la goma laca. Este barniz tiene la propiedad de acrecentar su aislamiento, aumentando á la vez su protección mecánica.

3.° **Colector y escobillas.** — Los colectores de las máquinas modernas están constituídos por láminas de cobre duro, cuidadosamente aisladas entre sí por mica natural. Forman un cilindro sólidamente apretado al árbol por medio de tuercas y contratuercas. No insistimos en los detalles de construcción, que nos llevarían demasiado lejos.

Las escobillas ó escobas, cuya misión es reunir la corriente sobre el colector, estaban formadas antes por hilos metálicos, telas de cobre ó láminas finas de oropel. En nuestros días se prefiere emplear escobillas de carbón-filtro modeladas en forma de panes, con un mango elástico de muelles que lo oprime sobre la superficie bien lisa del colector.

Estas escobillas se usan muy poco; su principal ventaja es permitir que la máquina gire en un sentido ó en otro, sin miedo al movimiento á *contrapelo*, tan funesto para las escobillas metálicas.

Los mangos ó porta-escobillas son móviles para

poder llevar los carbones á los dos puntos neutros A y B, donde se debe hacer la reunión de la corriente.

Excitación de las máquinas dinamo-eléctricas.

¿Qué es la excitación?

Hemos dicho que las máquinas-dinamo tienen electro-imanes en lugar de los imanes de las máquinas primitivas.

En las bobinas de los electro-imanes pondremos una corriente eléctrica producida por pilas ó mejor por la máquina misma. Eso es lo que se llama *excitar* la máquina. Hay varias maneras de excitar una dinamo; tenemos á nuestra disposición:

1.ª La excitación separada.

2.ª La auto-excitación.

1.ª **Excitatión separada.** — Se hace pasar á los electro-imanes la corriente producida por una fuente extraña: pila, máquina magneto ó una pequeña dinamo.

Las primeras máquinas utilizaban la corriente de una magneto auxiliar, pero hoy se prefiere recurrir á la auto-excitación, salvo tal vez para las potentes máquinas de corriente alternativa que aseguran el alumbrado de ciertas poblaciones. En este caso se utiliza la corriente de una pequeña dinamo que se monta sobre el mismo árbol que la máquina principal.

2.ª *Auto-excitación.* — En vez de ir á buscar muy lejos una fuente de electricidad, nos servimos en todo ó en parte de la corriente producida por la má-

quina ; tal es el principio de la auto-excitación. Pero seguidamente aparece esta pregunta :

¿Cómo excitar nuestra máquina? Al ponerla en marcha, el *induit* no produce corriente porque los inductores no están imantados.

En efecto, no conseguiríamos producir en la máquina la corriente que necesitan sus electro-imanes, si el hierro de los inductores no conservara una ligera imantación, ó en otros términos, si no presentara *magnetismo remanente*.

Gracias á esta ligera imantación, la máquina funcionará desde los primeros instantes como una magneto, y la débil corriente resultante atravesará las bobinas inductrices y reforzará la acción del magnetismo remanente, con lo que la corriente producida aumentará desde luego y sucesivamente, de tal modo, que á los pocos segundos ya nos dará la dinamo su corriente normal.

Podemos disponer de varios modos de auto-excitación :

1.° Haciendo pasar por las bobinas de nuestro electro-imán inductor la *corriente total* que la máquina produzca ; esta es la excitación llamada *en serie* ;

2.° Contentándonos con no tomar sino sólo una fracción de la corriente ; en este caso fijaremos en las escobillas los hilos de nuestro consabido electro-imán ; esta es la excitación llamada *en derivación* ó en *shunt*.

3.° Combinando ambos sistemas para realizar lo que llamamos excitación *compound*.

Excitación serie. — Como los inductores han de ser atravesados por la total corriente de la máquina,

serán enrollados con un hilo *grueso* y *corto*, á fin de no introducir en el circuito más que una débil resistencia.

Este modo de ejecución es el que ha sido empleado en las primeras máquinas dinamo; en el día está abandonado para las generatrices, y no subsiste más que para los motores eléctricos.

Las dinamos de arrollamiento serie no se prestan á

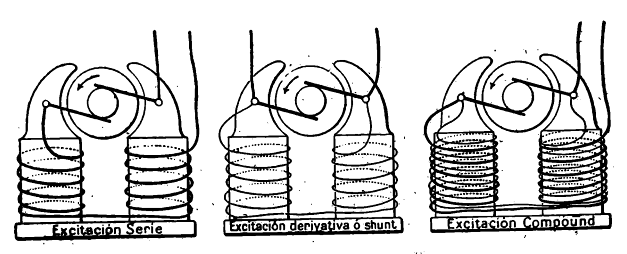


Fig. 31. — Diversos modos de excitación.

la carga de acumuladores; menos todavía al empleo de lámparas incandescentes, siéndoles preferidas las dinamos de derivación ó *shunt* en casi todos los casos.

Excitación derivativa ó shunt. — Arrollaremos á las bobinas de nuestros inductores un hilo fino con gran número de vueltas. Los extremos del rollo están atados á las dos escobillas, por lo cual la corriente que pase ha de ser floja, siendo el hilo muy largo y, por lo tanto, muy resistente. La pérdida de corriente por la excitación de la máquina será, pues, pequeña.

Con todo, es conveniente no emplear un hilo demasiado fino, que podría perjudicar al buen funcionamiento de la máquina.

La excitación en *shunt* ó derivación, empleada con

casi todas las máquinas de corriente continua, permite que se tenga una diferencia de potencial muy constante si se tiene cuidado de instalar, en el circuito de los inductores, una resistencia variable llamada *rheostato*.

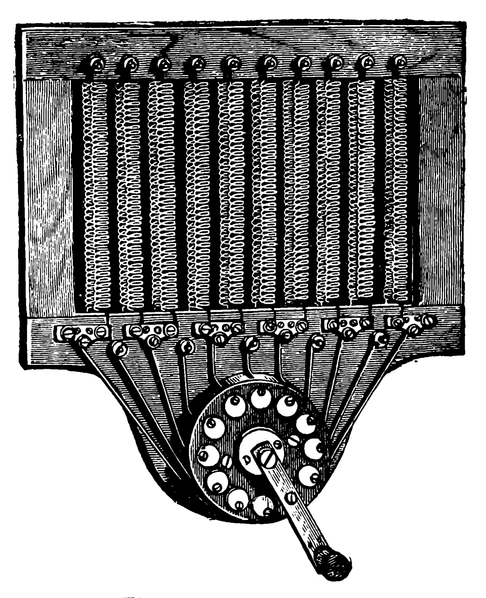


Fig. 32. — Rheostato.

Rheostato. — Compónese este aparato de una serie de salchichas ó espirales de hilo de *maillechort* (metal muy resistente desde el punto de vista eléctrico) tendidas sobre un cuadro (fig. 32). Estas salchichas están enlazadas eléctricamente, no sólo entre ellas sino también á las teclas de un conmutador análogo, en cuanto al principio, al colector de una dinamo.

Sobre las teclas se mueve un frotador que permite introducir en circuito una ó varias resistencias.

Intercalemos este *rheostato* en el circuito de nuestros electro-imanes, y habremos realizado una especie de regulador, de grifo eléctrico, si así podemos decirlo; gracias á él podremos variar la intensidad de la corriente y, por consecuencia, el campo magnético inductor nada más que corriendo la manivela.

La fuerza electromotriz de la máquina, puesto que es dependiente de la intensidad del campo magnético, variará igualmente; podremos darle el valor que nos convenga, debido al *rheostato*.

Las lámparas de incandescencia, que hoy tanto se usan, requieren para su conservación una gran constancia en la diferencia de potencial que se les dé. Si las alimentamos con una dinamo *shunt*, podremos con el *rheostato* mantener constantemente las lámparas en su brillo normal, sencillamente con ajustar la corriente de excitación.

Excitación compound. — Si en una pequeña fábrica, por ejemplo, no se dispone de un personal bastante numeroso para el arreglo continuo de las máquinas por medio del *rheostato*, se emplean dinamos de excitación *compound*.

Como su nombre indica, estas dinamos están provistas de una excitación *compuesta* de los dos sistemas precedentes, serie y *shunt*. Estudiando con atención estas máquinas (estudio que aquí nos llevaría demasiado lejos), se reconoce que pueden suministrar una diferencia de potencial *rigurosamente* constante, con la condición, empero, de que la velocidad siempre sea la indicada por el constructor. Estas dinamos tienen

sobre sus inductores un enrollamiento en derivación reliado directamente con las escobillas, y encima algunas espirales de hilos gruesos recorridos por la corriente total de la máquina.

Existen dinamos de este género instaladas en la mayor parte de las fábricas generatrices de los tranvías eléctricos, donde soportan valientemente los golpes, terribles á menudo, provinientes de los desamarres. No necesitan el menor reglaje, y el sólo inconveniente que se les puede reprochar es el exigir una velocidad muy constante y el no convenir mucho para cargar los acumuladores.

Descripción de algunos tipos de dinamos industriales. — Las dinamos de corriente continua que hoy se emplean en la industria varían de forma hasta lo infinito, según los constructores; describirlas sería un trabajo largo y fastidioso; nos contentaremos con señalar las más simples, y á ellas pueden referirse fácilmente todos los demás tipos.

1.° *Dinamos Gramme.* — Estas máquinas han llegado á ser clásicas, y están caracterizadas por una edificación fundida que soporta un electro-imán de brazos verticales (fig. 33) entre los cuales gira el anillo. Dos pilares muy robustos sirven de soportes al árbol del *induit.*

Á fin de asegurar un engrase conveniente, se podrían emplear unos pequeños cazos cuenta-gotas, utilizados generalmente según la transmisión; pero las máquinas dinamo, que giran muy deprisa, tienen necesidad de un engrase más abundante, por lo cual se suele emplear un sistema muy ingenioso parecido al de los cangilones de noria.

Esta especie de cangilones son huecos y están llenos de aceite; un anillo metálico atraviesa el eje, y dando vueltas con él, viene á bañarse en el aceite que va á caer constantemente sobre el eje.

Gracias á este sistema, las dinamos pueden funcionar durante meses enteros sin necesidad de vigilancia.

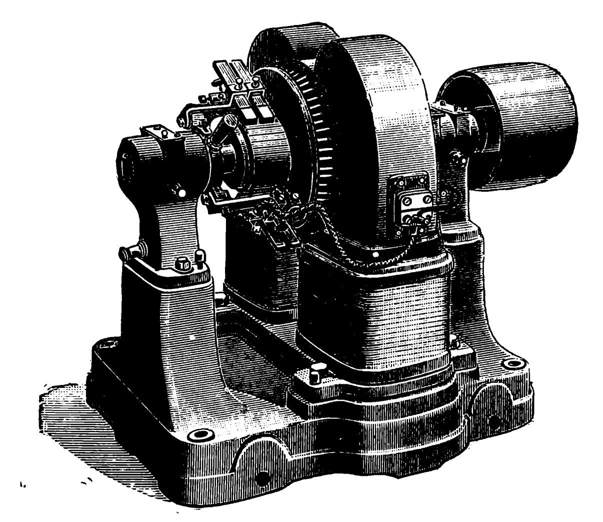


Fig. 33. — Máquina dinamo-eléctrica Gramme.

El anillo Gramme se puede colocar, como ya hemos dicho, entre los brazos, convenientemente extendidos del electro-imán inductor. Esta cavidad se coloca con mucho cuidado para dejar el menor movimiento posible entre el *induit* y los inductores; de este modo, el *entre-hierro* (espacio comprendido entre el hierro del *induit* y el hierro de los inductores) se reduce al mínimum y puede aprovecharse totalmente la fuerza magnética de los electro-imanes.

Las dinamos Gramme son empleadas universalmente, ya como generatrices, ya como motores. En ciertos casos, cuando los choques ó el polvo son de temer, se construyen máquinas blindadas especiales, y en ellas las bobinas inductrices, lo mismo que el anillo, están dentro de una caja fundida.

2.° *Dinamos multipolares.* — Las necesidades crecientes de la industria han exigido poderosas máquinas para las fábricas de electricidad. Las máquinas de dos polos ó bipolares, de que es tipo la dinamo precedente, resultan demasiado incómodas y giran con excesiva rapidez. Se prefiere montar un solo anillo de gran diámetro en el interior de un inductor que cuente 4, 6, 8 ó 10 polos, según la potencia de la máquina. Se disponen sobre el colector tantos pares de escobillas cuantos sean los polos, y una dinamo de este tipo puede ser asimilada á la reunión de 2, 3 ó 4 máquinas bipolares. La principal ventaja es no tener más que un solo anillo y hacerlo girar con una rapidez angular bastante débil para poder montarlo sobre el árbol de un motor de vapor.

3.° *Pequeñas dinamos.* — Los modelos de máquinas que más pueden por ahora interesarnos, ciertamente no son esas grandes máquinas industriales cuyo principio hemos dado á conocer, sino las pequeñas dinamos con las cuales podemos encender algunas lámperas ó cargar pequeños acumuladores.

Apresurémonos á decir que si los constructores se han ocupado mucho en máquinas industriales, en cambio han desdeñado esos pequeños modelos tan útiles, sin embargo, en muchos casos. Á menudo es bien ingrata la construcción de tales maquinitas, y en ocasiones es difícil encontrarlas buenas. Esto es lo

que mejor explica su escasez en el mercado. Nos limitaremos á señalar algunas que han hecho sus pruebas y que, por lo mismo, no expondrán á sus poseedores á ningún contratiempo de verdadera gravedad.

Las pequeñas dinamos « Bebé », de M. Cadiot, análogas por la forma á la dinamo Gramme, de la figura anterior, se construyen desde la fuerza de 1/5 de caballo; su peso no llega más que á 13 kilogramos y pueden ser bobinadas á discreción, especialmente para cargar cuatro ó cinco acumuladores, ó para encender lámparas incandescentes que marchen á 50 ó 110 voltios. Como puede verse bien por la máquina Gramme (fig. 33), el zócalo y demás partes son de una sola y misma pieza, en acero especial para dinamos. El esqueleto de la máquina, después de pintada, se recubre ó reviste de una composición particular que le da una superficie perfectamente lisa, cuando ha recibido dos capas de esmalte.

En las máquinas de M. Cadiot, el *induit* lo constituye un anillo de hojalata, sobre el cual se enrolla un alambre forrado de algodón. La polea no está claveteada en el árbol, como se hace ordinariamente; sobre el árbol no se ejerce esfuerzo alguno, salvo la tracción de la correa, pues la polea arrastra directamente al *induit*.

El hilo de los inductores está enrollado aparte, lo que permite levantar las bobinas á discreción; el aislamiento es lo que más y mejor se ha procurado. Se puede, por otra parte, pasar hasta semanas enteras sin engrasar la máquina.

La única objeción que se puede hacer á estas dinamos es su gran velocidad; el más pequeño modelo, el de 1/5 de caballo, exige, en efecto, una velocidad de

2.300 vueltas por minuto, y es cosa de preguntarse por qué los constructores no han preferido otra cosa

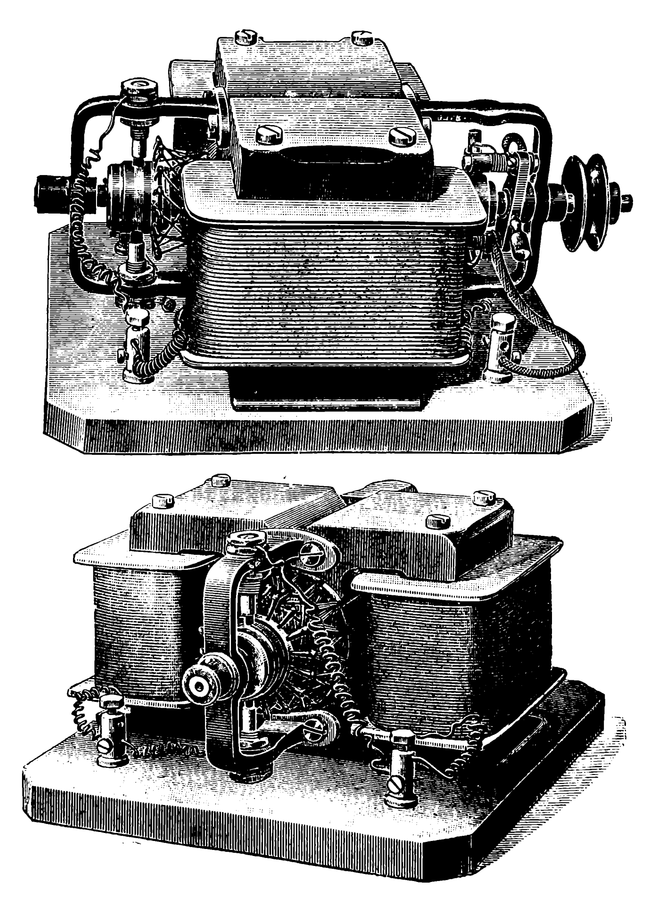


Fig. 31. — Pequeña dinamo Legros y Meynier.

en vez de alambre. La presencia de un *induit* dentado, como lo hay en la mayoría de las máquinas indus-

triales, permitiría una considerable diminución de la velocidad.

MM. Legros y Meynier construyen, con el nombre de transformadoras, unas pequeñas dinamos cuyo peso es inferior á 10 kilógramos para 1/5 de caballo, y pueden dar á voluntad corriente de 110 voltios, pu-

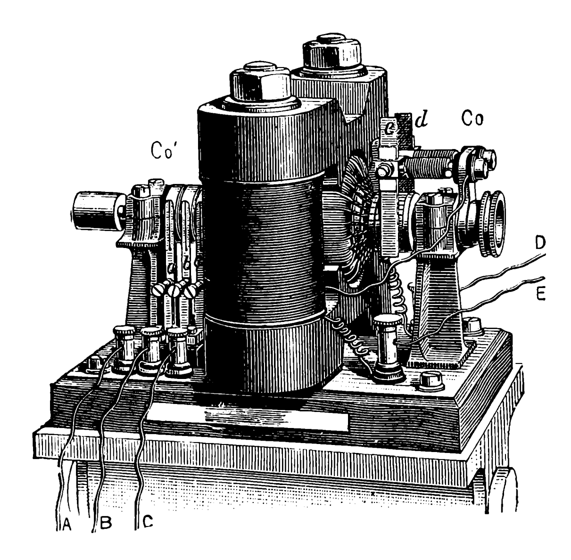


Fig. 35. — Dinamo universal Ducretet.

diendo alimentar 3 lámparas incandescentes de 16 bujías marchando á esa tensión, ó cargar 4 ó 5 pequeños acumuladores. Los inductores no ofrecen nada de particular, son de acero dulce y comportan dos bobinas; solo el *induit* es construído especialmente para responder á su doble objeto. El núcleo de hierro está formado por palastros dulces, fuer-

temente apretados unos con otros y aislados entre sí por papeles. Dicho núcleo contiene muescas para que entren los rollos; uno de ellos va á parar á un colector en el cual se recoge la corriente de 110 voltios, el otro á un colector situado en la parte opuesta (fig. 35), pudiendo dar 10 voltios y 10 amperios.

El bobinaje no está hecho en anillo Gramme, sino en tambor (que es un perfeccionamiento del anillo para facilitar el trabajo del constructor, pero el principio es el mismo).

Gracias al empleo de palastros dentados, esta máquina se dispone para 1.000 vueltas por minuto; su velocidad de régimen es, sin embargo, un poco más elevada : varía de 1.500 á 2.000 vueltas por minuto.

M. Ducretet construye igualmente una pequeña máquina análoga, de la misma potencia, pudiendo dar 4 amperios bajo una tensión de 50 voltios. Movida á brazo, conviene particularmente para las experiencias de enseñanza y de laboratorio que son en general de corta duración: igualmente puede ser movida por un motor de gas ó por una turbina de agua, trabajando entonces de una manera continua. En la figura se distingue fácilmente el anillo, á la derecha el colector y las escobas *d*, *e*, sobre las cuales se recoge la corriente continua.

Obsérvense á la izquierda tres pequeñas escobillas *a*, *b*, *c*, fijas á tres bornes; están destinadas á darnos corrientes *triphasés*, igualmente para los experimentos de los cursos de enseñanza. No hemos de extendernos sobre las propiedades de estas corrientes que exigirían demasiado desarrollo.

Las citadas corrientes se emplean cada vez más en la

industria para transmitir la fuerza á grandes distancias, pero son impropias para la carga de los acumuladores, y no convienen para las aplicaciones que hemos visto. Bástenos saber que para obtenerlas no hay más que fijar tres hilos á tres puntos de un anillo Gramme, que constituyen los tres vértices de un triángulo equilátero. Estos tres hilos se ligan á tres anillos aislados sobre los cuales frotan las escobillas *a*, *b*, *c*.

El encargo de las máquinas dinamo-eléctricas. — Hemos visto que las condiciones necesarias para obtener una fuerza electromotriz elevada, son : 1.°, emplear un campo magnético intenso; 2.°, arrollar sobre el *induit* una gran longitud de hilo; 3° hacer desplazar rápidamente el *induit* en el campo magnético. La primera condición es fácilmente obtenida, gracias al empleo de electro-imanes como inductores; la segunda está ligada á la condición misma de la dinamo; la tercera no depende más que de un motor que acciona la máquina.

Las primeras dinamos eran puestas en acción por motores de vapor (locomóviles, máquinas fijas, etc.), que, en general, giraban con relativa lentitud, á 100 vueltas por minuto. Para conseguir sobre el árbol de la dinamo las velocidades de 1.500 á 2.000 vueltas por minuto, necesarias á su funcionamiento, ha sido necesario emplear transmisiones intermedias con poleas y correas encargadas de multiplicar por 15 ó por 20 la velocidad de la máquina de vapor. Todo esto era costoso, además de ser feo, incómodo y pesado.

Habiéndose perfeccionado poco á poco las dinamos,

se logró llegar á reducir las transmisiones á una sola; fué aumentada la rapidez del motor de vapor, y aun se pudo, gracias al empleo de las máquinas dinamo multipolares por una parte, y por otra parte de los motores de gran velocidad (Westinghouse, Willans, Carels), reunir las dos máquinas al mismo árbol.

Las uniones de este género llamado *grupos electrógenos*, funcionan ya en casi todas las fábricas de electricidad.

Al mismo tiempo que la dinamo se perfeccionaba, los motores de gas también hacían por su parte progresos muy importantes. Al principio fueron muy empleados los motores Otto para la producción de luz eléctrica en ciertos establecimientos distantes de toda fábrica de electricidad; se ponían en marcha instantáneamente, se paraban lo mismo, y daban 150 ó 200 vueltas por minuto. Con todas estas ventajas reunidas fueron preferidos mucho tiempo á las máquinas de vapor. El único inconveniente que se le reprochaba era el tener una marcha menos regular que el motor de vapor. Mientras en este último son útiles todos los golpes del pistón, en el motor de gas no se aprovecha más que uno de cada cuatro golpes, traduciéndose esto en las lámparas incandescentes por una *respiración* fatigosa de la luz.

Gracias á diversos artificios (volantes muy pesados, empleo de baterías de acumuladores) se ha llegado á regularizar la luz, pero sin conseguir la entera fijeza obtenida con las máquinas de vapor.

Así estaban las cosas hasta estos últimos años, cuando los progresos crecientes del automovilismo introdujeron en la práctica el uso de un motor nuevo:

el *motor de petróleo;* de esencia de petróleo debiéramos decir.

Idéntico al motor de gas, en cuanto al modo de funcionamiento, el motor de petróleo no difiere de él más que en la sencillez de sus órganos y por su velocidad notablemente aumentada. Esta última puede alcanzar 2.000 á 2.500 vueltas por minuto sobre motores llamados « de triciclo »; con un desplazamiento tan rápido del pistón, como es consiguiente á velocidades tales, el volumen y el peso del motor, para una fuerza dada, se han reducido considerablemente. El precio mismo ha tenido una diminución del mismo orden, lo que hace que estos motores tengan aplicaciones numerosas, aun fuera del automovilismo.

Señalaremos, en particular, los grupos electrógenos que empiezan á divulgarse y á prestar servicios : sea para el alumbrado de un palacio, de un hotel, etc., sea para cargar los acumuladores de un carruaje eléctrico, sea también entre los médicos para tener la corriente necesaria en ciertos tratamientos por la electricidad.

Dichos grupos, muy compactos y aun bastante ligeros para poder montarlos en un carro, están generalmente constituídos por un motor de petróleo ó de alcohol, de gran velocidad, asociado directamente al árbol de la dinamo. La fig. 36 representa un grupo de este género regido por un motor Dion y Bouton, fuerza de dos caballos. La culata del motor es á circulación de agua, no pudiendo conseguirse el enfriamiento por medio de aletas, á causa de la completa falta de ventilación. La circulación de agua puede ser realizada muy fácilmente con ayuda de un termo-sifón, depósito, de 300 ó de 400 litros, lleno de agua y

puesto en comunicación por su parte inferior y por su parte superior con la culata del motor. El agua caliente se eleva en el tubo, yendo hasta lo alto del

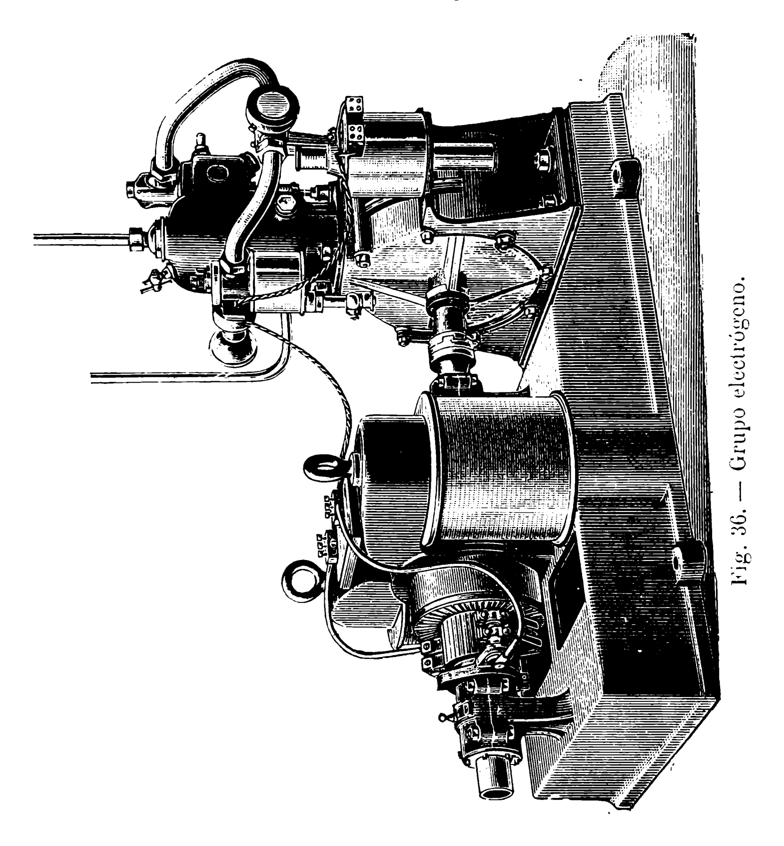


Fig. 36. — Grupo electrógeno.

recipiente ó depósito, mientras el agua fría llega por abajo, estableciéndose automáticamente la circulación desde que el agua tiende á calentarse.

El motor no comporta nada especial; es un motor

de triciclo, sin más transformación que las provinientes de la supresión de las aletas. La carburación y el encender se preparan una vez por todas; á lo más, habrá que modificar ligeramente la entrada del gas

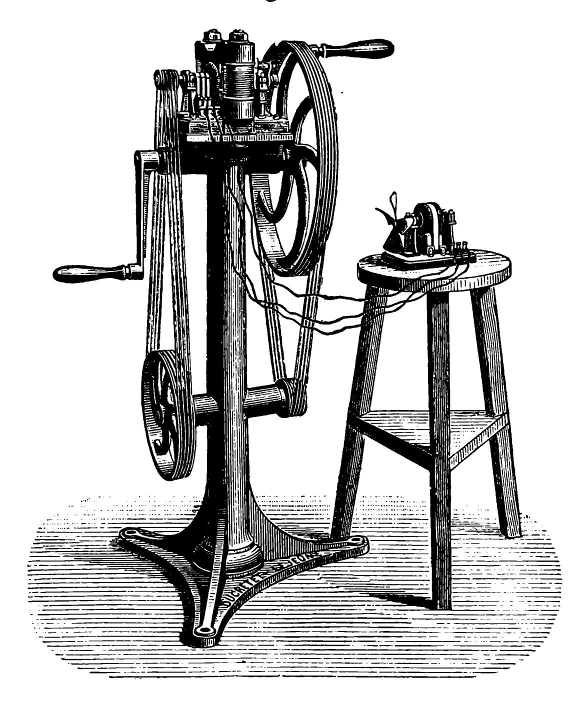


Fig. 37. — Dinamo movida á brazo.

carburado al cabo de algún tiempo de estar funcionando.

Es bueno colocar un volante en el árbol común al motor y á la dinamo; su efecto será atenuar las variaciones, desagradables siempre, del brillo de las lámparas.

La dinamo está generalmente calculada por su constructor, para adaptarse al motor de petróleo, así por la velocidad como por las dimensiones. Este motor será generalmente una máquina excitada en derivación, enrollamiento que facilita mucho el arreglo de la fuerza electromotriz, gracias al empleo de un *rheostato* de excitación. En el caso de los grupos electrógenos se suprime este aparato, contentándose con hacer variar la rapidez del motor.

Para las experiencias de corta duración, puede prescindirse del motor y emplear máquinas movidas á brazo.

M. Ducretet ha construido preciosas máquinas de laboratorio, elegantemente montadas en un pie (fig. 37). Manejadas las manivelas por dos hombres, se puede conseguir una corriente de 4 amperios bajo una diferencia potencial de 50 voltios,y alimentar con esa corriente una pequeña lámpara de arco.

CAPÍTULO III

LOS ACUMULADORES

Intermediarios entre las fuentes de energía eléctrica y los aparatos de utilización, los acumuladores son en el día los accesorios casi indispensables de toda instalación eléctrica algo importante.

Como su nombre lo indica, el acumulador es un aparato capaz de almacenar la energía eléctrica y de restituirla.

¿ Pero cómo se almacena?

En forma de acciones químicas, por lo que algunas veces háse dado el nombre de *pilas revertibles* á esos aparatos.

Principio. — Tomemos dos placas de plomo, que colocaremos una enfrente de otra en un vaso de vidrio lleno de agua acidulada sulfúrica. Religuemos esas dos placas á los dos polos de una pila de 3 ó 4 elementos Daniell ó al bicromato, y examinemos lo que ocurre.

Se ve, ante todo, á la hoja religada al polo positivo tomar un tinte obscuro y á la religada al zinc ponerse

de un gris claro, color de un plomo metáliço. Pasado cierto tiempo, de cada una de ambas láminas se desprenden unas bolitar.

Suprimamos la corriente y reunamos ambas hojas por un hilo muy fino; se enrojecerá, y tal vez se fundirá si fuere bastante corto. En lugar de un hilo, liguemos las dos láminas, ya á un galvanoscopio, ya á una sonería, y ambos aparatos nos señalarán el paso de una corriente muy enérgica, todavía más enérgica que la de la pila de que nos hemos servido.

El solo hecho de religar las dos hojas ó láminas de plomo á los polos de una pila, ha tenido por efecto, hacer nacer entre ambas una fuerza electromotriz que antes no existía. Sin extendernos sobre la teoría de este aparato, acerca de la cual no están los autores enteramente de acuerdo, hemos de decir que la acción prolongada de la corriente de la pila tiene por objeto oxidar la lámina religada al polo positvo, y reducir al estado de plomo esponjoso la unida al polo negativo.

Son estos dos diferentes estados de oxidación de las láminas de plomo los que hacen nacer la fuerza electromotriz, que surge en los aparatos después de obrar la corriente de la pila.

La corriente obtenida por la reunión de las láminas es muy enérgica, pues el agua acidulada y las láminas de plomo ofrecen una resistencia debilísima al paso de la corriente. Además se mantiene muy constante mientras queda óxido en el polo positivo; disminuye luego, y llega á ser nula cuando el acumulador ha restituido cierta parte de la corriente de carga.

En tal momento hay que volver á cargar el acumulador para poder utilizarlo de nuevo.

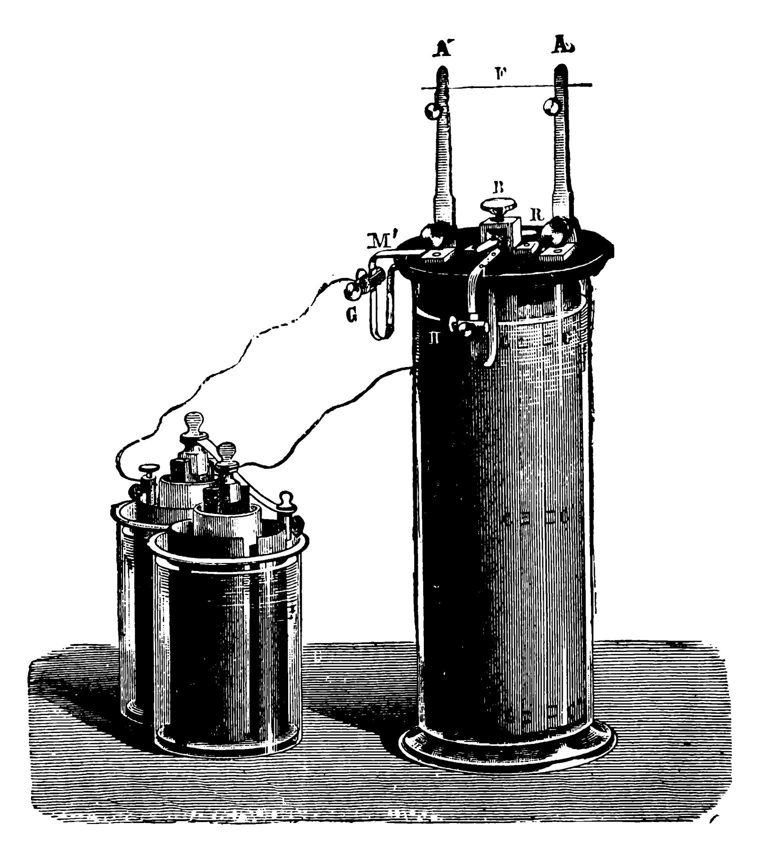


Fig. 38. — Acumulador Planté.

El primer acumulador fué imaginado por Gastón Planté, hacia 1860. Este sabio se servía de dos láminas de plomo separadas una de otra por aisladores de

caucho, y lo sumergía todo en un vaso lleno de agua acidulada.

Ambas hojas eran puestas en relación con los dos polos de una pila de dos elementos Bunsen (fig. 38). y al cabo de algunos instantes la carga era suficiente para enrojecer un hilo, por medio del cual se religaban las dos hojas de plomo. Con un acumulador que presentara una gran superficie de placas se podían llevar á la incandescencia las agujas de hacer punto, y aun fundirlas.

Esta invención tuvo un éxito considerable; en aquella época, en efecto, se estaba obligado á recurrir á las pilas para obtener corriente, pues las máquinas estaban en su infancia todavía. El acumulador, gracias á la corriente enérgica y constante que producía, fué utilizado inmediatamente en los laboratorios de investigación científica; la figura 38 representa un aparato de ese género.

Condiciones de funcionamiento de un acumulador. — Hemos visto que la duración de la corriente de descarga de un acumulador dependía en gran parte de la cantidad de óxido formado en la placa positiva; en efecto, una vez desaparecida esa tenue capa, la corriente se anula.

Será, pues, muy importante dar á esta materia un gran espesor, pero el conseguirlo no es tan fácil ni tan rápido como pudiera creerse. Sólo después de numerosas cargas y descargas, repetidas con frecuencia, se llega á *formar* el acumulador.

La *capacidad*, es decir, la duración de las descargas con una intensidad de corriente determinada, aumenta poco á poco, después de cada operación de

carga y descarga, pudiendo llegarse á la conclusión aparentemente paradógica de que cuanto más viejo y usado es un acumulador, tanto mejor es.

Desgraciadamente, en ese momento mismo en que nos presta más y mejores servicios, es cuando se extingue y desaparece. Aumentando día por día el espesor del óxido, la placa entera gana, y el acumulador, haciéndose demasiado frágil, al menor choque se deshace cayendo hecho polvo. Sin embargo, no nos asustemos : es preciso para eso que transcurran muchos años.

La fuerza electromotriz de un acumulador es en tiempo normal de 2 voltios, hacia el fin de la carga se eleva á 2,3 y aun á 2,5 voltios. Los constructores recomiendan parar la descarga cuando la fuerza electromotriz del elemento desciende por bajo de 1,85 voltios.

Descripción de algunos tipos de acumuladores.

Los constructores de acumuladores han puesto en práctica los principios descubiertos por Planté, de dos maneras diferentes :

1.° Algunos han pensado que para facilitar su formación podría disponerse mecánicamente sobre las hojas de plomo ese óxido tan largo en formarse eléctricamente, resultando así los *acumuladores de óxidos transportados*.

2.° Otros varios constructores han tomado el acumulador Planté y no han modificado más que su forma, bien que activando su formación por ciertos procedimientos.

1.° *Acumuladores de óxidos transportados.* — El primer tipo de este género ha sido el acumulador Faure. Se formaba una pasta de óxido de plomo y de ácido sulfúrico, aplicándolo simplemente sobre las hojas de plomo y siendo éstas seguidamente cosidas en sacos de fieltro.

Visto que el ácido sulfúrico destruye rápidamente dichos sacos, tuvo M. Faure la idea de emplear cuadrillajes de plomo empastados de minio con una solución de ácido sulfúrico. Se le dejaba secar al aire, la placa se endurecía y entonces podía meterse en el agua acidulada.

Las placas positivas y negativas se preparan idénticamente, bastando una carga prolongada para tener plomo esponjoso en el polo negativo y peróxido de plomo en el polo positivo.

De esta manera se dispone en pocas horas de un acumulador conteniendo una gran cantidad de materia activa y dotado, por consecuencia, de un poder considerable de almacenamiento.

Los acumuladores de óxidos transportados y de cuadrillaje se han extendido mucho, no diferiendo entre ellos más que por los procedimientos diferentes de fabricación.

Las rejillas que sirven para retener la materia activa presentaban en los primeros acumuladores el inconveniente de dejar escapar fácilmente esa materia misma, efecto de la forma cónica dada por precisión á las barretas del enrejado.

Ciertos constructores laminan la placa una vez empastada; otros utilizan rejillas especiales.

Acumulador Fulmen. — Muy empleados para

coches automóviles, estos elementos tienen un enrejado especial. Cada placa está formada por la superposición de dos rejillas idénticas cuyas separaciones tienen una sección en forma de trapecio; la reunión de las dos rejas está hecha de tal suerte que los lados menores de los trapecios resultan en contacto. De esta manera la pastilla de óxido de plomo queda ajustada en el enrejado y no puede irse.

Las placas se apoyan en caucho endurecido por abajo, blando por arriba, y se colocan en un vaso cuadrado de ebonita. La desviación y el aislamiento de las placas se obtiene por medio de hojas de ebonita ondulada y perforada.

Estos elementos, como todos los que describiremos, contienen un número impar de placas. La primera placa es una negativa, después una positiva, luego otra negativa y así sucesiva y alternativamente, de modo que la última es negativa como la primera, por ser en número impar. Todas las placas negativas están soldadas á una misma traviesa de plomo y las positivas á otra. Estas dos barras constituyen los dos polos del acumulador.

Acumulador Dinin. — Estos elementos se distinguen por pastillas de gran tamaño, que alcanzan en ciertos modelos á 57 milímetros por 85. Se les obtiene amalgamando óxido de plomo con alcohol y brea; caldéase para expulsar el alcohol y se tratan por el ácido sulfúrico extendido. La formación se obtiene, como en todos los acumuladores de óxido, por una carga prolongada.

Dada la dimensión un poco grande de las pastillas, estos elementos convienen con especialidad para las

cargas lentas, siendo sus principales aplicaciones :

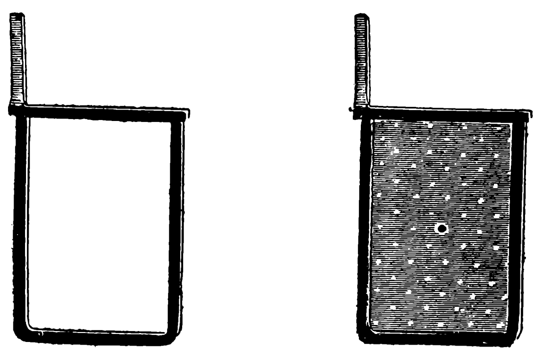


Fig. 39 y 40. — Marco y placa de un acumulador Dinin.

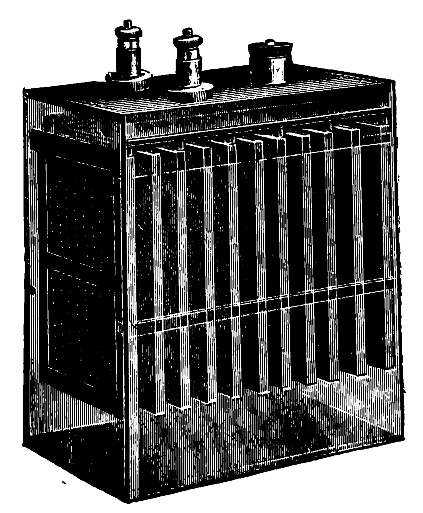


Fig. 41. — Acumulador Dinin.

usos médicos, alumbrado de los vagones y para encender los motores de gas ó de petróleo.

El vaso es de celuloide, que tiene la ventaja de costar poco y la de dejar visibles á su través las placas, sin tener la fragilidad del vidrio; desgraciadamente es un cuerpo muy inflamable.

M. Dinin construye toda clase de elementos; la

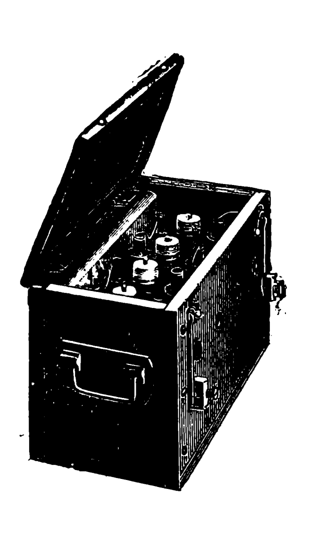


Fig. 42. — Acumulador Dinin portátil.

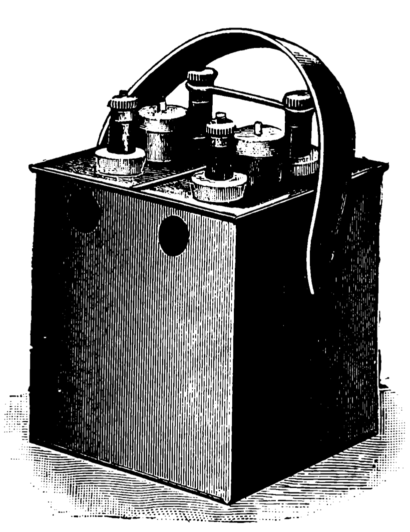


Fig. 43. — Acumulador Dinin para coche automóvil.

figura 43 representa una vista en conjunto de las cajas de acumuladores para encender los motores de los carruajes automóviles, que son muy compactas y cerradas herméticamente. La figura 41 da la vista de un elemento montado; y por fin, la figura 42 es la vista de una caja de cuatro elementos transportables, como conviene para encender los coches y para hacer experiencias.

Acumulador Laurent-Cély. — La Sociedad para el trabajo eléctrico de los metales construye desde hace tiempo acumuladores cuyas placas se obtienen de un modo original. En vez de empastar un enrejado, se toman pastillas cuadradas, que se disponen regularmente en un molde de placas, en el cual se echa plomo que las sujeta lateralmente.

Hoy no se obtienen así nada más que las negativas; las positivas se componen de un cuadrillaje formado por una serie de canales inclinados. Este soporte es empastado á mano con minio y ácido sulfúrico.

Las placas positivas y negativas son suspendidas sobre unas dalas de vidrio, y tubos también de vidrio separan entre sí las mismas placas.

Acumulador Max. — Este acumulador pertenece al tipo de los óxidos transportados, y su constitución y su fabricación merecen mención por ser de lo más curioso.

Hablando propiamente, no hay verdaderas placas, reduciéndose las de este acumulador á un hilo de plomo laminado, encajado en un tubo de materia activa, que á su vez es protegido — y aislado de los eléctrodos vecinos — por una camisa de amianto trenzada, que se opone á la caída de dicha materia.

Su fabricación es enteramente mecánica, merced al empleo de máquinas especiales.

Acumuladores género Planté. — Esta categoría de acumuladores contiene pocos tipos, bien que haya tendencias á volver á la placa primitiva de Planté, cuyas cualidades son indiscutibles. Esto se explica

en parte por la lentitud de las placas negativas, que inmovilizan grandes cantidades de primeras materias y, por consiguiente, crecidos capitales.

Acumulador Tudor. — Este acumulador, robusto como pocos, sigue reinando en las estaciones centrales ó fábricas de electricidad, no obstante lo antiguo que es.

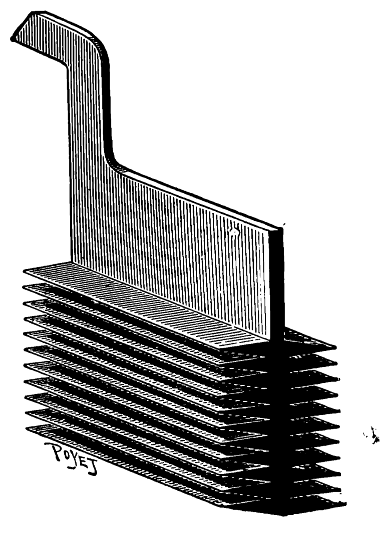


Fig. 44. — Placa de acumulador Tudor.

Las placas positivas de sus elementos son obtenidas por un modelado especial, que determina sobre la placa de plomo dulce, un gran número de aletas muy finas, las que ofrecen al líquido una superficie considerable (fig. 44). La placa ofrece una sucesión de nervuras longitudinales, destinadas á aumentar su resistencia mecánica, y una cola muy robusta, de fundición, sirve para asegurar la unión por una sutura con las otras placas.

Las placas negativas comportan un grillaje ó enrejado, en el cual se empasta un poco de materia activa para asegurar la formación. Las positivas no reciben ningún óxido, y son formadas por la acción prolon-

gada de la corriente. Separan y aislan estas placas unas baquetas de vidrio.

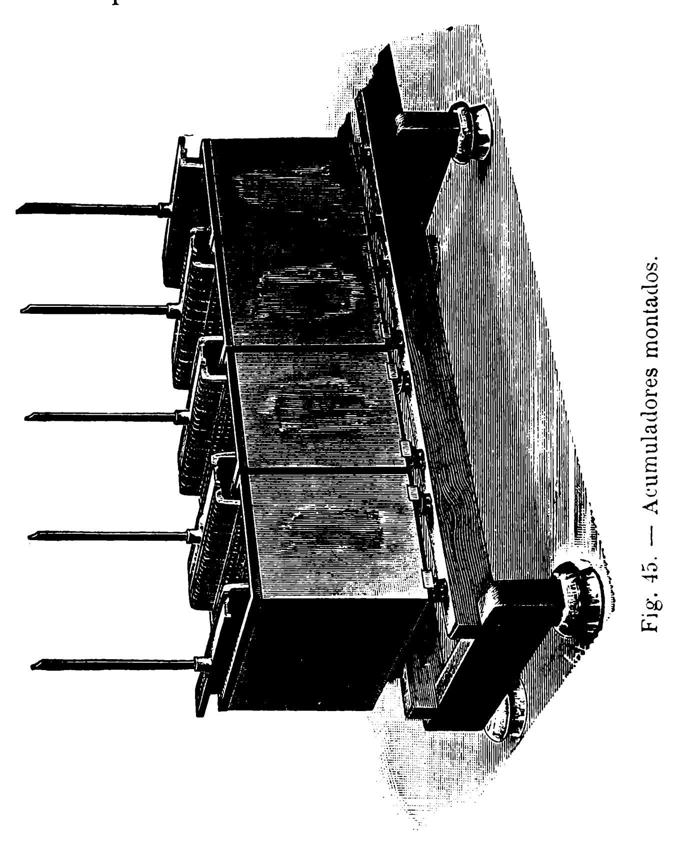


Fig. 45. — Acumuladores montados.

La figura 45 da una vista en conjunto de tres elementos Tudor, después de montados.

Acumulador Blot. — Este acumulador es por en-

tero de formación Planté, obteniéndose las placas positivas y negativas por la reunión en un cuadro de cierto número de navetas semejantes. Cada naveta se confecciona separadamente, arrollando una sobre otra dos cintas, de las cuales una es lisa y otra ondulada á máquina. Estas navetas están soldadas al cuadro que sirve de colector á la corriente; las cintas quedan libres y pueden jugar muy fácilmente, ofreciendo al líquido una superficie muy grande que hace más rápida la formación. Las diferentes placas constitutivas de un elemento son suspendidas por su parte superior con auxilio de un cuadro especial enganchado á las paredes del vidrio. Se deja un espacio vacío de algunos centímetros entre la parte inferior de las placas y el fondo de los vasos, y por último, la desviación de las placas resulta asegurada como en el acumulador Tudor, por medio de tubos de vidrio (1).

Los acumuladores Tudor y Blot convienen especialmente á las fábricas de electricidad: son pesados con relación á su capacidad, pero pueden en un momento dado suministrar corrientes de excesiva intensidad, sin peligro de que padezcan las placas ni el más pequeño deterioro. Los acumuladores de óxidos, transportados en condiciones análogas, se disgregan fácilmente.

Se los emplea en las fábricas generadoras de los tranvías eléctricos, donde soportan muy á menudo, sin descomponerse, los terribles choques procedentes del soltar los coches, haciendo entonces el papel de cuñas. Se puede igualmente cargarlos con precipita-

(1) En estos últimos tiempos, el acumalador Blot ha sido perfeccionado, siendo ventajosamente reemplazado por el acumulador Arsonval-Vaugeois.

ción ó rapidez, sin que haya nada que temer para la materia activa, al contrario de los acumuladores artificiales de la primera categoría, los cuales soportan mal estos régimenes.

Instalación de los acumuladores.

Para instalar una batería de acumuladores se buscará un local seco, suficientemente amplio, á fin de que los acumuladores puedan estar convenientemente dispuestos y sean fácilmente accesibles. Dicho local deberá estar enlosado y provisto de regatos para que corran los ácidos, como también se ha de asegurar la ventilación en las mejores condiciones.

Serán colocados los acumuladores de manera que estén aislados. Á este efecto, una vez que se haya escogido el emplazamiento, se ponen en el piso maderos separados según la anchura de los acumuladores. Sobre los maderos, y á cada 50 centímetros, se colocan aisladores de porcelana, destinados á aislar los maderos de la tierra y á impedir que la madera se bañe en los líquidos de que está impregnado el suelo (fig. 45).

En seguida se disponen los acumuladores con regularidad sobre los maderos, aislándolos de éstos por medio de cuatro aisladores especiales de vidrio ó de porcelana. Se tendrá buen cuidado de apartar convenientemente los vasos de los diversos elementos, evitando que se toquen, dejando á lo menos dos ó tres centímetros de distancia entre cada uno de ellos y el más próximo. Los aisladores están constituídos generalmente por un recipiente de vidrio ó porcelana

lleno de aceite mineral; en su plato reposa una pieza de reborde sobre la cual se afirma el acumulador. Dispuestos cuatro aisladores de este género, debajo de cada acumulador, el aislamiento resulta inmejorable, pues el aceite se opone al desperdicio que resultaría por la capa de humedad que con frecuencia recubre los vasos de vidrio y aun los mismos aisladores.

Los elementos serán unidos entre sí por medio de bandas de plomo bien soldadas, ó lo que es más fácil, aunque exige más cuidado, por medio de láminas de cobre.

Una vez instalada la batería se procede al relleno de los diversos elementos; pero esta operación no debe hacerse hasta el día en que se pueda cargarlos, porque si los elementos permanecieran demasiado tiempo en el agua acidulada antes de ser sometidos á la corriente, podrían deteriorarse.

La mezcla de ácido sulfúrico y agua ha de estar preparada con anticipación, para lo cual se pone en una cuba la cantidad necesaria ; — después se vierte encima el ácido poco á poco y se agita con una varilla ó un tubo que sean de vidrio.

El líquido aumenta poco á poco de densidad y, para aseguarse de ello, se hace flotar un aerómetro Baumé; cuando éste marque de 15° á 20°, se detiene el ácido. Debe emplearse el ácido sulfúrico al azufre 66° Baumé. El líquido no se vierte en los acumuladores hasta que esté completamente frío.

Cuidados que exigen los acumuladores. — Los acumuladores pueden prestar en muchas ocasiones servicios apreciables: los médicos los utilizan para

ciertas operaciones (termo-cauterios), los aficionados á la electricidad para encender pequeñas lámparas y también para poner en acción las bobinas de los motores de triciclos automóviles, etc., y por último, su uso es constante en los laboratorios para hacer funcionar, por ejemplo, esas potentes bobinas de Ruhmkorff necesarias pare la obtención de los rayos X. El acumulador es un excelente auxiliar, pero se necesita saber servirse de él; vamos á resumir en breves líneas los puntos principales de que depende la vida de un acumulador.

Carga. — Antes de proceder á la carga, hay que asegurarse con un pesa-ácidos de que el líquido marca de 15° á 20° en el aerómetro Baumé (densidad 1,15). Si no llena esta condición, se hará llegar el líqúido á ese valor agregando agua ó ácido.

Se deberá emplear exclusivamente ácido sulfúrico *de azufre*, exento de productos arsenicales que atacan al plomo.

El acumulador se pone en carga, religando su polo positivo (número par de placas) al polo positivo (pila ó máquina), y su polo negativo (número impar de placas) al polo negativo de la fuente. Durante la carga se arreglará la intensidad de la corriente, de modo que no rebase de 1 á 2 amperios por kilogramo de placas para los acumuladores de óxido transportado; pero se puede admitir un régimen más elevado para los acumuladores de Planté, en los cuales la caída de la materia activa es menos de temer.

Tampoco debe extremarse la carga, porque se derrocha la energía en pura pérdida y se oxidan mucho ó poco las placas positivas. El voltiómetro y el densímetro serán auxiliares en esto muy eficaces. Al fin

de la carga, el primer aparato marcará de 2,4 á 2,5 voltios por elemento, mientras el densímetro acusa una densidad más elevada : 22° á 26° Baumé (densidad 1,18 á 1,22).

Un indicio más seguro del fin de la carga será el estado lechoso que tome el agua acidulada por efecto de los desprendimientos gaseosos abundantes.

Sin embargo, cuando la carga es producida por una corriente demasiado enérgica, aparecen bolitas desde el comienzo de la operación.

Descarga. — Si se deja el elemento en reposo después de la carga, la fuerza electromotriz desciende progresivamente de 2,5 voltios ó 2,1 voltios y se mantiene en esta cifra. Durante la descarga se debe observar con gran cuidado la intensidad de la corriente, evitando que exceda de 2 amperios por kilogramo de placas en los acumuladores de óxido. La descarga deberá ser detenida cuando el voltiómetro indique 1,85 voltios por elemento.

Cuando se desciende más bajo de este límite, decrece el rendimiento del acumulador, y además, se observa en la superficie de las placas negativas la formación de una costra blanca de sulfato de plomo, que perjudica mucho al buen funcionamiento.

Este depósito ó corteza aparece igualmente sobre los elementos cargados que se dejan largo tiempo abandonados á sí mismos.

M. Preece ha demostrado que se evita un poco la formación de sulfato en la superficie de las placas, la *sulfatación* según el término usual, agregando sulfato de soda al líquido en las proporciones siguientes:

Agua pura........................	39 litros.
Ácido sulfúrico....................	5 —
Sulfato de soda en solución saturada.........................	1 —

Si las placas han sido sulfatadas con exceso, hay que cargarlas en un líquido poco ácido, 2° ó 3° Baumé ; después se empleará el baño indicado más arriba. Es bueno dejar entre las placas un espacio suficiente para que el líquido circule con facilidad y para que las pastillas desprendidas de las rejillas puedan caer libremente al fondo de los vasos, no ocasionando corta-circuito alguno entre las placas vecinas de polaridad contraria.

Por esta misma razón, déjase hoy un gran espacio entre el fondo del vaso y la base de las placas, pues la acumulación de los óxidos pudiera producir la reunión de las mismas.

Con el objeto de evitar los vapores ácidos que se desprenden durante la carga y también para diminuír la evaporación, algunos constructores vierten sobre el agua acidulada una espesa capa de petróleo; se desprenden los gases, pero el olor desaparece. Este procedimiento ha sido abandonado por su poca limpieza ; vale más airear enérgicamente la sala en que esté la batería.

Acumuladores de líquido inmovilizado. — Ciertas aplicaciones reclaman acumuladores portátiles de líquido inmovilizado; puede emplearse con este objeto mezcla indicada por M. Schoop, y obtenida con la agregación de 3 volúmenes de solución sulfúrica de la densidad de 1,1 á 3 volúmenes de silicato de soda

disuelto á la densidad de 1,2. La mixtura se cuela en un molde, en el cual forma una masa que se corta en lonjas finas destinadas á las placas. Este sistema mantiene las pastillas y se opone á su caída, al mismo tiempo que hace fácil de transportar el acumulador.

Construcción de un pequeño acumulador. — Indicaremos, al terminar este capítulo, el medio de fabricar uno mismo una pequeña batería de acumuladores, según ha explicado M. Laffargue, en un artículo publicado en la *Nature*.

Las placas en número de 15 (8 negativas y 7 positivas) se obtienen con plomo de 2,5 milímetros de espesor.

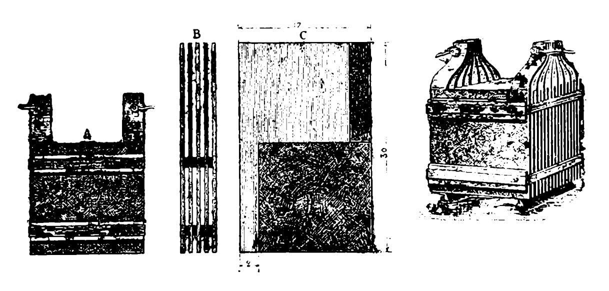


Fig. 46. — Construcción de un pequeño acumulador.

Tomaremos hojas de 30 centímetros por 17 y las cortaremos según el trazado de la figura C. En una de esas hojas cortaremos 2 placas; además, cada una de aquellas estará provista de una correíta de ligazón. Dado que cada correílla tenga 2 centímetros de anchura, las placas tendrán 15 de altura por 17 de anchura.

Este procedimiento permite economizar materia y sacar partido de todo el plomo.

Las placas, una vez cortadas y aplastadas, se vuelven rugosas. Con una lima grosera aplicada al plomo, y golpeándola con un martillo repetidamente sobre ambas caras de la placa de plomo.

En las correíllas ó colas de las placas se practica un agujero, y se las reune alternando de manera que la mitad de las colas quede á un lado y la otra mitad al otro.

Todas las placas se separan las unas de las otras por troncos de madera parafinados, mantenidos por abrazaderas de caucho, como se vé en la figura, ó por tubos de cristal.

El bloque de placas será introducido en un vaso de vidrio de 20 centímetros de altura, 15 centímetros de anchura y 22 centímetros de longitud; se pueden tomar para esto vasos de vidrio de la manufactura de Saint-Gobain, montados por el procedimento Appert, que ofrecen una solidez á toda prueba.

Formación. — Los elementos serán colocados en el ácido nítrico diluído (ácido azótico y agua en partes iguales); se les deja remojar veinticuatro horas aproximada mente; este primer tratamiento modifica la superficie de plomo y la hace porosa; permite reducir el tiempo de formación á una semana solamente, en lugar de cuatro ó cinco semanas.

Cuando se observa una alteración profunda en las placas, se tira la solución nítrica, se lava durante algunas horas para limpiar las placas de toda traza de ácido azoado, y luego se vierte en los vasos una solución de 9 partes de agua y 1 parte de ácido sulfúrico en volumen; se cargan los elementos, se les des-

carga en seguida y se recomienza invirtiendo los lazos de hilo; repítese ocho ó diez veces esta operación y queda el acumulador listo para funcionar. Á partir de este momento, se puede conservar la corriente de carga siempre en el mismo sentido, teniéndose cuidado de dejar el polo negativo en comunicación con las 8 placas y el positivo con las otras 7.

Modo de cargar nuevamente los acumuladores pequeños

En caso de un sector de corriente continua. — Se cargarán muy fácilmente aprovechando la corriente del alumbrado de una ciudad, observando al hacerlo las siguientes prescripciones :

1.° *Reconocer los polos de origen.* — Puede hacerse de diferentes modos; el más sencillo consiste en colocar los dos hilos conductores de la corriente de la que se quieren reconocer los polos, dentro de un vaso de agua ligeramente salada, evitando á todo trance que se toquen, pues en este caso resultaría un cortacircuito muy peligroso. Se observará un fuerte escape de gas alrededor de los hilos, uno de los cuales, el negativo, produce un escape dos veces más abundante que el otro, de modo que se reconoce muy fácilmente.

Hay otro modo, que ya hemos indicado en « La Industria eléctrica », que consiste en colocar los dos hilos, completamente desnudos, sobre una hoja de papel azul, llamado al *ferroprusiato*, por los aficionados á la fotografía. Este papel se encuentra en todos los talleres, en donde se utiliza para los dibujos de líneas blancas sobre fondo azul. Si el papel ha sido

ligeramente mojado, se verá aparecer una mancha *blanca* alrededor del polo negativo.

Para hacer esta experiencia, basta tomar retales de papel que hayan estado á la acción de la luz y hayan sido lavados, pues cuanto más azul es el papel, mejor es el resultado.

2.° Una vez reconocidos los polos de origen, se reunirá el polo negativo al polo negativo del acumulador, y el polo positivo (pintado de rojo) al polo positivo del mismo, teniendo cuidado de intercalar en el circuito una lámpara de 16 ó de 32 bujías para moderar la intensidad de la corriente de carga.

Caso de un dinamo pequeño. — Si se dispone de un dinamo ó de un *magneto* de *corriente continua* impulsado por un motor de petróleo ó una turbina, se observarán las mismas precauciones que en el caso precedente. Es inútil que se procure cargar acumuladores de este modo si no se dispone de un *magneto* de corrientes contrarias ó alternativas (una ó dos láminas del colector); pero no obstante, si no se tuviese otra máquina, se podría conseguir empleando una válvula como se verá más adelante en el caso de una corriente eléctrica.

Por medio de pilas. — Pueden emplearse dos clases de pilas :

1.° Para conseguir que se carguen con rapidez, se tomarán tres elementos de bicromato montados en tensión para cargar de nuevo dos elementos de acumuladores, y se volverá á unir el polo positivo de la pila al polo positivo de la batería, y el polo negativo de la pila al polo negativo del acumulador; se intercalará, según los casos, un amperómetro imantado ó un indicador del sentido de la corriente, de manera

que se interrumpa la corriente de carga cuando estará á punto de anularse á causa del agotamiento de la pila.

2.º Dado caso de que se dispongan de varios días para efectuar la nueva carga del acumulador, puede emplearse la pila Callaud, en cuyo caso se montarán tres elementos en tensión por cada elemento del acumulador á cargar : 6 por 2 elementos, etc.; y volverán á unirse del modo que acabamos de indicar. Gracias á la corriente constante que suministra la pila, no será preciso ninguna vigilancia, no teniendo más inconveniente que la lentitud del procedimiento, pues algunas veces se necesita una semana para que se efectúe la carga.

En caso de corriente alternativa. — Tal vez parecerá inadmisible que para la carga se puedan utilizar acumuladores de corriente alternativa como los que se emplean para distribuir el alumbrado en algunas ciudades. No obstante, puede conseguirse fácilmente por medio de pequeñas baterías, empleando además una válvula.

¿Qué es una válvula?

Una válvula es un aparato que permite que pase la corriente sólo en un sentido, y que se cierra bruscamente cuando la corriente va á cambiar de sentido.

Gracias á un fenómeno descubierto por Buff, en 1857, se puede, con muy pocos gastos, construir una válvula para la corriente alternativa, que sólo deje pasar la corriente de carga y no permita la descarga del acumulador.

Este aparato se compone de un bocal de vidrio de medio litro de capacidad próximamente, conteniendo una solución de *fosfato de sosa* ordinario.

En este líquido se sumergen dos láminas, una de alumínio y otra de plomo, siendo este todo el mecanismo de nuestra válvula, que como se ve no puede ser más sencillo.

Unamos por medio de un hilo uno de los polos de la canalización, no importa cuál, á la lámina de aluminio; reunamos la lámina de plomo de la válvula al polo negativo del acumulador que se quiera cargar, y pongamos el polo positivo del mismo acumulador en comunicación con el segundo polo de la canalización á 110 voltios, intercalando una lámpara de 32 bujías en el circuito como en el caso de corriente continua. De este modo se cargará el acumulador, y la válvula dejará pasar la corriente que vaya del polo positivo al polo negativo del acumulador, pero se opondrá al paso de una corriente en sentido contrario (1).

Para efectuar la carga de este modo, será necesario mucho más tiempo que con la corriente continua, pues sólo se utilizan las pulsaciones correspondientes. El sentido de la carga y la válvula se cierran por las de sentido contrario, que duran tanto como las primeras.

Este aparato, cuyos rendimientos quedan por examinar, puede prestar grandes servicios para las aplicaciones de grande importancia.

(1) La experiencia enseña que la lámina de aluminio, cuando es positiva, se cubre de una capa aisladora de alúmina que corta la corriente.

SEGUNDA PARTE

LOS TIMBRES ELÉCTRICOS, LOS TELÉFONOS DOMÉSTICOS, LOS ENCENDEDORES

CAPÍTULO PRIMERO

LOS TIMBRES Ó BATERIAS ELÉCTRICAS

El aparato eléctrico más extendido en los usos de la vida doméstica es, sin contradicción, el timbre. Este aparato es el más simple de todos y el menos costoso de instalar : dos elementos de pila, algunos metros de hilo conductor y un timbre, darán en manos de cualquiera resultados inmediatos.

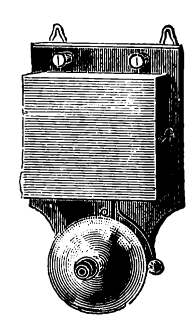


Fig. 47. — Timbre eléctrico.

Además, el empleo de las pilas y de los timbres familiariza al aficionado con la corriente eléctrica y le prepara á instalar con fruto, no sólo teléfonos sino alumbrado eléctrico; empezaremos, pues, el estudio de las aplicaciones útiles por estos sencillos aparatos.

Descripción. — Los timbres eléctricos utilizan

la maravillosa propiedad de la imantación pasajera del hierro bajo la influencia de la corriente eléctrica descubierta por Amperio y aprovechada en el electroimán.

Una plancheta de madera soporta una montura metálica de fundición ó de cobre, en la cual está fijado

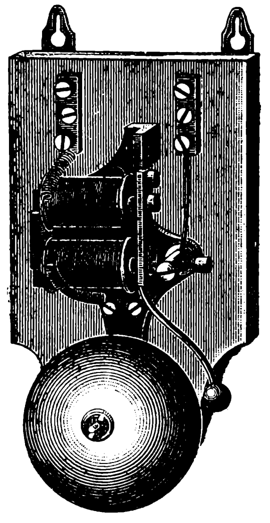


Fig. 48. — Vista interior de una sonería.

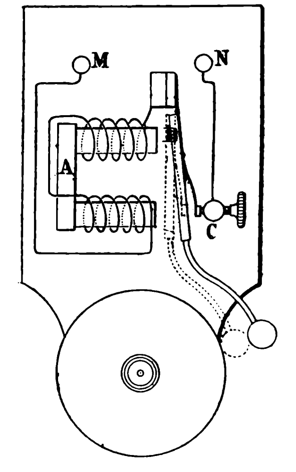


Fig. 49. — Esquema de una sonería.

un electro-imán A. Enfrente de los polos de este electro hay una pieza de hierro dulce ó temblador B, unida á un resorte muy flexible; el temblador tiene un martillo que golpea sobre el timbre. En C hay un tornillo que permite calcular la amplitud de las vibraciones; por último, dos bornes fijados en lo alto de la plancheta sirven para fijar los hilos conductores de la corriente.

Se establecen las comunicaciones de la manera siguiente:

Uno de los hilos del electro-imán comunica con el borne M de llegada de la corriente; el otro hilo está religado á la carcasa metálica y, por consiguiente, al temblador que ella soporta; el segundo borne N de la sonería comunica con el tornillo aislado de la montura.

Funcionamiento. — Pongamos la sonería en comunicación por sus bornes con los dos polos de una pila: la corriente entrará por el borne M, por ejemplo, pasará al electro-imán, seguirá el temblador hasta su contacto con el tornillo y volverá á la pila por el borne N.

El temblador será violentamente atraído y el martillo golpeará en el timbre, pero este desplazamiento producirá el efecto de romper el contacto con el tornillo; el electro se desimanta y el temblador, solicitado por su resorte, vuelve á su posición de reposo contra el tornillo. La corriente se restablece y recomienzan los mismos fenómenos.

El paso de la corriente á la sonería se traducirá por una serie de choques repetidos del martillo sobre el timbre, produciendo un redoble característico.

Cuando en la misma pieza han de sonar varios timbres, se emplean timbres de dimensiones diferentes para distinguirlos, ó bien campanillas ovales, campanillas redondas, cascabeles, etc.

La forma colgante es la que más se emplea; en este caso, el mecanismo es protegido de los choques y del polvo por medio de un bote ó caja.

Existen, sin embargo, sonerías de distintas formas.

Citaremos dos: la sonería metálica y las campanas eléctricas.

Timbre metálico. — Destinado á funcionar en todas partes, aun en locales húmedos ó en los países cálidos, es muy robusta y no puede alterarse por no entrar la madera en su construcción.

El electro-imán es de una sola bobina, envuelta por la parte metálica que sirve de zócalo al aparato; el tornillo de graduar está colocado debajo del timbre y ocupa la parte superior.

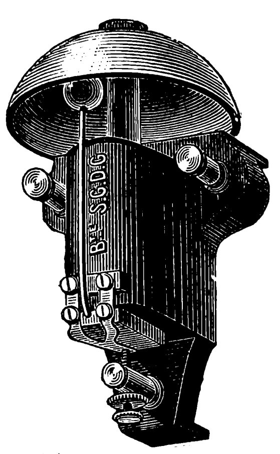


Fig. 50. — Timbre metálico.

Campanas eléctricas. — Dispongamos el mecanismo de una sonería bajo una campana suficientemente grande para servirle de abrigo, y tendremos un aparato muy potente al mismo tiempo que muy compacto, pudiendo funcionar, aun al aire libre, sin ninguna protección. Las campanas eléctricas, generalmente suspendidas á una consola de hierro forjado, son á menudo preferidas á las sonerías comunes; su forma es, en efecto, más elegante y el sonido que produce mucho más intenso.

Campana de un solo golpe. — Es algunas veces necesario substituír los timbres que funcionan mecánicamente, tirando de un alambre, por aparatos análo-

gos, pero de transmisión eléctrica (talleres, escuelas, almacenes, hoteles, etc.); en tal caso, empléanse las campanas llamadas *de un golpe*. En estas sonerías, un poderoso electro-imán atrae una paleta de hierro

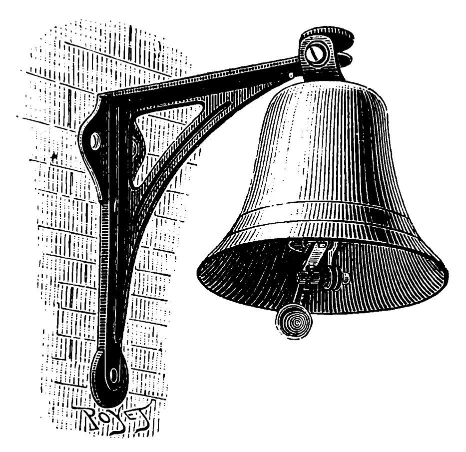


Fig. 51. — Campana eléctrica.

dulce en el momento que pasa la corriente, lo mismo que en las sonerías ordinarias, pero la corriente no es interrumpida por el temblador; de suerte que el martillo no da en el timbre más que un solo golpe. Si dejamos de apoyar el dedo en el botón transmisor que cierra el circuito de la pila, vuelve la paleta á su posición; y dará tantos golpes ó campanadas como veces apoyemos el dedo en el botón.

Notemos de paso que las vibraciones no se extinguen por el contacto prolongado del martillo, pues un resorte lleva este último á una pequeña distancia del timbre, si la corriente es mantenida en el electro-imán.

Cuadros indicadores. — En los hoteles, en los aposentos y cada vez que la multiplicidad de los aparatos de llamada hace difícil el empleo de una ó varias sonerías, se hace uso de un cuadro indicador que señala el sitio, el cuarto ó el piso de donde llaman. Basta una sola sonería: el cuadro tiene, en general, tantos números ó signos como hay habitaciones aposentos de donde puedan llamar.

Descripción. — El aparato indicador se presenta exteriormente bajo la forma de un marco de madera barnizada, rodeando un espejo negro, con una serie de ventanillas transparentes.

Detrás de cada ventanilla puede aparecer una figura con el número del aposento ó pieza donde llaman.

Debajo hay un botón que sirve para hacer desaparecer la figura, número ó señal cuando la persona llamada ha respondido.

Abriendo el cuadro, que está montado sobre charnelas, se ve el mecanismo que es simplicisimo.

Á cada número, ó figura que lo contenga, corresponde un electro-imán, entre cuyas ramas bascula una aguja imantada; esta última tiene en sí la figura que aparece en la ventanilla. Según el sentido de la corriente que recorre el electro-imán, la aguja se inclina á la izquierda ó la derecha.

Se comprende que es fácil disponer las comunicaciones para que las corrientes de los llamadores hagan inclinar las agujas en cierto sentido correspondiente á la aparición de los números, y que la corriente del botón vuelva las agujas á la posición del reposo.

La colocación de los aparatos se hace muy sencillamente, como lo indica el esquema que damos más adelante (véase la figura 83).

Aparatos transmisores. — ¿Qué haremos para hacer funcionar á distancia nuestra sonería? Es muy sencillo: bastará poner la pila en una pieza, la sonería en otra, y reunir los aparatos por dos hilos metálicos aislados. La sonería se detiene si rompemos el circuito en alguna parte, sea cortando el hilo ó de otra manera. Los aparatos transmisores generalmente encargados de desempeñar este papel, son: los botones de llamada, las placas de tecla, las peras, los pedales, los contactos de seguridad, etc.

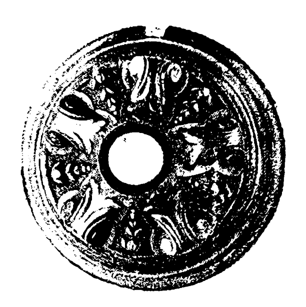


Fig. 52. — Botón de llamada.

Botones. — Los botones (fig. 52) son los más empleados; se hacen de madera, de porcelana, de marfil, de ebonita, etc., de modo que puedan armonizarse con los muebles de los aposentos donde están colocados.

El botón se compone de dos partes: un zócalo y una cubierta que se atornillan juntos. Sobre el zócalo se hallan dispuestas dos láminas ó *palletas*, colocadas de tal modo que, apoyando en la mayor, la que forma resorte, se la hace tocar la otra; un botón de hueso ó de porcelana que atraviesa la tapa hace facilísima la maniobra.

Colocación. — Se fija el botón simplemente contra un tabique por medio de dos tornillos; el empleo de los clavos es muy defectuoso, porque se corre el peligro de romper el botón al colocarlo. Cuando se trata de una pared, es necesario abrir dos agujeros de 2 ó

de 3 centímetros de profundidad con auxilio de un instrumento especial; se les pone en seguida un par de muñecas ó tapones de madera en los cuales se atornilla el botón. Los alambres conductores son introducidos por agujeros practicados en el zócalo, se les pasa por ellos y sus extremidades se fijan debajo de las llamadas palletas.

Conviene hacer observar que los hilos no deben ser denudados más que en la parte fijada sobre los tornillos, á fin de que no haya contacto entre ellos; es preciso igualmente cortar con esmero las briznas de algodón que pudieran interponerse entre las dos palletas é impedir el contacto.

Peras. — En el comedor, en las alcobas, etc., se instalan con preferencia unos pequeños aparatos en forma de pera, muy semejantes, en cuanto al principio, á los botones transmisores.

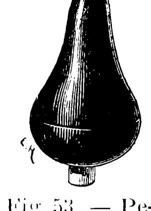
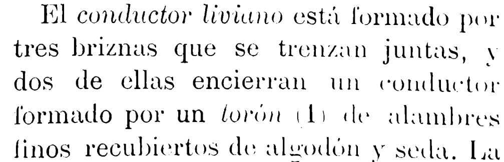


Fig. 53. — Pera de comedor.

Dichos aparatos comprenden tres partes: la pera, el conductor, el rosetón.

La *pera* (fig. 53), lo mismo que el botón, se compone de dos partes que se atornillan juntas y una de las cuales soporta igualmente dos palletas ó láminas elásticas, dando paso al conductor.



El *conductor liviano* está formado por tres briznas que se trenzan juntas, y dos de ellas encierran un conductor formado por un *torón* (1) de alambres finos recubiertos de algodón y seda. La tercera brizna es una torcida de algodón y seda, que

(1) Cable de varios hilos unidos y trenzados.

da á la cuerda toda la solidez apetecible. Ambos conductores del hilo fino están unidos por una parte á la pera y por otra al rosetón que sirve para concertarlos con los conductores ordinarios que van al timbre.

Se asemeja el rosetón, exteriormente, á un botón; el cordón *liviano* pasa por el agujero central de la tapa. Destornillando ésta se distinguen en el zócalo dos bandas de cobre fijadas por cuatro tornillos, y á esas dos láminas se unen los hilos ordinarios de los conductores.

Colocación. — Los dos hilos de cobre del cordón *liviano*, cuidadosamente denudados, se fijan bajo los tornillos de las palletas de la pera, exactamente como para el botón, cuidando, sin embargo, de hacerle un nudo al cordón para que se detenga en el agujero. Se cuidará sobre todo de que las briznas de hilo pertenecientes á polos diferentes no se toquen entre sí.

Córtase el hilo, dándole toda la longitud que se quiera, y únese al rosetón; este último, generalmente, se fija al techo.

Los hilos de los timbres que han de ligarse al cordón *liviano* se denudan y fijan cada uno bajo un tornillo de los de la rosácea; en seguida se hace pasar el hilo *liviano* por el agujero de la tapa, se destuercen las tres briznas y se hace un nudo que detenga el hilo; se fijan las extremidades de las briznas conductoras bajo los tornillos de las láminas, comunicando así cada una de ellas con uno de los alambres de la sonería. No falta más que atornillar la tapa y está pronto para funcionar la pera eléctrica.

Pedales. — Este género de aparatos se coloca en los pisos de los comedores, despachos, oficinas, etc.

y en todos los casos en que quiera llamarse ó avisar sin que lo noten las personas presentes.

Se han creado tres modelos: pedal sencillo ó de un solo botón, de doble botón y de charnela.

En todos estos aparatos, es la presión del pie la que cierra el circuito por medio de un bastón metálico y dos hilos, uno de los cuales va á la masa del aparato y el otro á la palleta.

El pedal de charnela ofrece la ventaja de poderse doblar hasta el nivel del suelo, cuando no se utiliza, lo que evita la introducción de polvo en el aparato. No se levanta más que para servirse de él.

Contacto de seguridad. — En muchos casos conviene estar advertido de la apertura de una puerta á distancia, por ejemplo, de la reja de entrada en una casa de campo ó de la tapa de una caja de caudales. Este servicio nos lo hará discretamente la electricidad, si adoptamos los contactos de seguridad en nuestra red de timbres.

Se dividen en tres clases :

1.º Los contactos contínuos, que hacen sonar los timbres mientras la puerta está abierta;

2.º Los contactos de paso, con los cuales suenan al abrir y al cerrar;

3.º Los que solo suenan al abrir.

1.º *Contacto contínuo.* — Colocado en los batientes de puertas ó ventanas, esta aparato se compone de una plancha de cobre con abertura al centro, la cual da paso á un botón de hueso ó de ebonita. Este botón está fijado á una lámina de acero formando resorte, que mantiene y aisla un bloque de ebonita y lleva en su extremo cerca del botón de hueso un contacto de plata que viene á tocar constantemente en la plancha

de cobre. Si se aprieta el botón, se empuja la lámina y el contacto queda roto.

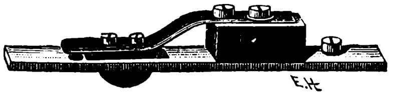
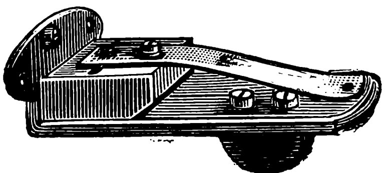


Fig. 54. — Contacto contínuo.

Estando el aparato en el batiente (1), la puerta al cerrarse tiene que apoyarse en el botón y aleja la lámina, pero si se la abre abandona el botón y suena el timbre en tanto que la puerta no vuelva á cerrarse.

Colocación. — Los hilos bien denudados se fijan, el uno en la plancha de cobre, el otro sujeto con un tornillo que mantiene la lámina sobre el bloque de ebonita; el aparato mismo es colocado por medio de dos tornillos en un corte que se hace en la madera. Se intercala generalmente un interruptor en el circuito para detener la sonería si la puerta ha de permanecer abierta.


Fig. 55. — Contacto de puerta de paso

2.° *Contacto á escuadra, de paso.* — Este aparato (fig. 55), no debiendo hacerse sonar más que en el momento de cerrar ó abrir, está formado por una plancha de cobre doblada en escuadra y comportando igualmente una lámina de acero fijada en un bloque de ebonita.

Una segunda lámina colocada bajo la primera, lleva

(1) Es decir, en el espesor mismo del marco de la puerta.

consigo una media rodaja de cobre ó de ebonita que atraviesa la plancha de cobre.

En el estado de reposo no se tocan las dos láminas, pero una presión sobre la media rodaja puede hacer que se encuentren los dos contactos de plata de las láminas y cerrar el circuito. Estando fijo el aparato encima de la puerta, se concibe que el paso por esta última tiene por objeto levantar la semi-rodaja y provocar el contacto.

Colocación. — No se necesita corte ni incisión al guna; después de haber fijado los hilos conductores, esmeradamente denudados, cada uno de ellos á una de las láminas, se fija el aparato encima de la puerta, al nivel del batiente, lo cual es fácil gracias á la escuadra de cobre; se arregla la distancia á los goznes (25 á 30 centímetros), de manera que se obtenga un contacto de más ó menos duración.

Contactos al abrir únicamente. — El contacto que precede puede funcionar solamente al abrir, si se prepara exactamente como en las sonerías ó timbres ordinarios. El obstáculo interpuesto, impidiendo el contacto, impide que al cerrarse la puerta suene el timbre.

Además de estos tres modelos hay contactos que pueden llenar las tres condiciones á la vez, según lo que convenga.

Interruptores y conmutadores. — Puede ser útil detener momentáneamente el funcionamiento de una sonería, sobre todo cuando una puerta provista de un contacto contínuo debe permanecer abierta; para ello bastará con intercalar un interruptor en el circuito.

Generalmente se da á estos aparatos la forma que

vemos en la figura 56. En una plancheta, una V metálica de cuyos brazos uno es fijo y otro es móvil. Este último puede llevarse con la mano al contacto de una tecla, gracias á la cual se cerrará el circuito. Para que se interrumpa la corriente, bastará llevar el brazo móvil de la V fuera de la tecla.

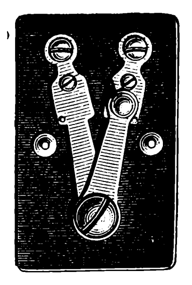


Fig. 56. — Interruptor.

El conmutador es un aparato exactamente igual, ó semejante, con varias teclas en lugar de una.

Avisadores de incendio. — Las redes de sonería eléctrica tienen también una importante aplicación á los aparatos que se llaman avisadores de incendio, y pueden añadirse á las instalaciones ya en funcionamiento sin complicación alguna.

Describiremos el sistema de MM. Gaulne y Mildé, que llena el doble cometido de avisar los incendios y de llamar.

Basado en la dilatación desigual de varios metales, este avisador se compone esencialmente de dos láminas trimetálicas formadas por la superposición de tres bandas de acero, cobre y zinc soldadas entre ellas.

Las dos láminas constituyen un conjunto muy sensible á las variaciones de temperatura; son fijadas á proximidad una de otra y aisladas eléctricamente del bastidor que les sirve de soporte; cada una de ellas comunica directamente con uno de los alambres de la red de timbres.

Un tornillo regulador sirve para acercarlas á una distancia tan pequeña como se quiera.

Cuando se produce una elevación anormal de temperatura en la pieza donde se encuentra el aparato, la destilación desigual del cobre, del zinc y del acero tendrá por efecto el hacer plegarse las láminas; se tocarán y, haciendo sonar los timbres, darán la alerta.

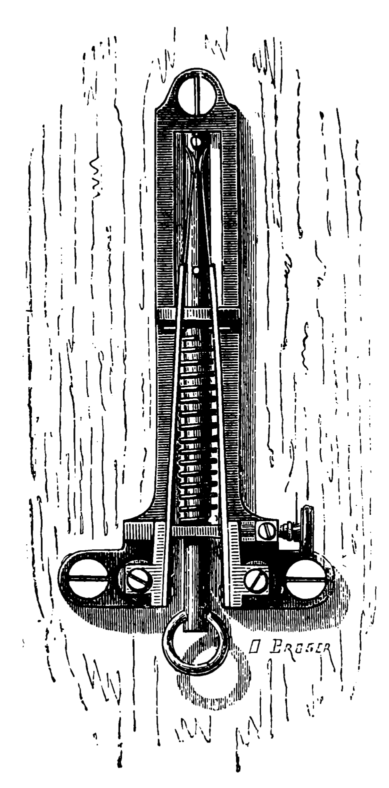


Fig. 57. — Avisador de incendio.

Algunos incendios anunciados por estos aparatos han podido circunscribirse á tiempo, lo que sin ellos no hubiera sucedido, pues algunos minutos más tarde todo auxilio hubiera sido inútil.

Como ya hemos dicho, la función de estos aparatos no se limita solamente á indicar de lejos una subida de la temperatura, pues han sido combinados de manera que llenen el doble objeto de llamadores en lugar de los botones antes explicados.

Basta fijar al anillo que los termina un cordón del que se tirará como en las antiguas campanillas de las puertas. Dicha tracción tendrá por efecto que se toquen las dos láminas poniendo en acción los timbres.

El funcionamiento es tanto más seguro cuanto más á menudo funcione el aparato, pues la tracción descostra ó desoxida la superficie de las láminas.

Entretenimiento y desarreglos. — 1.° *Entretenimiento.* — Hemos dicho que la pila Leclanché es la más conveniente para las instalaciones de los timbres eléctricos, y no hemos de referirnos á su entretenimiento del que ya hemos hablado más arriba.

El número de elementos que han de emplearse varía según la distancia á recorrer; se toman, en general, dos elementos para una distancia de 50 metros y un elemento por cada 25 metros más. Si se tienen dos sonerías á la par, conviene aumentar el número de elementos, ó mejor todavía, emplear elementos menos resistentes. Deben emplearse á lo menos tres ó cuatro elementos con un cuadro indicador; su número será igualmente aumentado, si se dispone de dos cuadros que marchen juntos.

Los elementos Leclanché-Barbier de aglomerado cilíndrico y débil resistencia interior, en que convienen particularmente las pilas de saco, tienen varios aparatos que funcionan simultáneamente.

2.° *Desarreglos.* — La parada de una sonería puede provenir de varias causas : agotamiento de la pila, descompostura de los timbres ó rotura de uno de los hilos de canalización.

Se empezará por separar la sonería de la pared ó muro, uniéndola directamente á los polos de la pila con dos hilos metálicos; si vibra, es que la pila está bien; el defecto, pues, debe buscarse en la canalización. Puede suceder que la falta se encuentre en la sonería misma, por haberse aflojado el tornillo á

causa de las vibraciones; será fácil entonces la compostura, apretando el tornillo.

Se observa algunas veces un funcionamiento continuo de los timbres, sin causa alguna aparente; proviene de un contacto accidental en las palletas de llamada, ó de un *corta-circuito* (1) entre dos hilos que van al mismo botón. Convendrá ver con atención las líneas y examinar los amarres, etc. Suele suceder que esos defectos sean ocasionados por *clavos caballeros* que hayan concluído por cortar el aislador de los hilos y por reunir las almas métálicas; por eso aconsejamos *proscribirlos absolutamente.*

Puede suceder que la pila se agote muy rápidamente á los pocos días de haber sido montada: la causa es análoga á la precedente : proviene de un contacto accidental de los hilos de la pila. Está recomendado poner la pila lo más cerca que se pueda de la sonería, de modo que esta última, encontrándose en el circuito, se ponga á sonar tan luego como se produzca la derivación.

Hay casos en que la corriente no es bastante fuerte para hacer vibrar los timbres; así el mejor medio para descubrir una pérdida es emplear un pequeño galvanóscopo análogo al que nos ha servido, á propósito de las máquinas, para apreciar la corriente resultante de la acción de un imán sobre un circuito metálico cerrado.

Se interpone este aparato (fig. 58) en el circuito de la pila, inmediatamente después de esta última, y se

(1) Sabido es que se llama *corto-circuito* á todo contacto accidental de resistencia casi nula reuniendo los dos polos de una pila ó de un generador de fuerza eléctrica.

observa si la aguja se desvía cuando no se llama. La aguja debe estar invariablemente en cero sino hay desviación nociva.

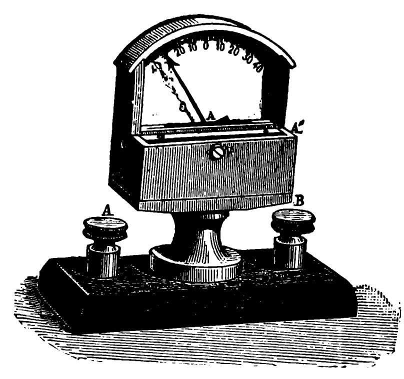


Fig. 58. — Galvanóscopo.

Los aparatos más expuestos á desarreglos son los cuadros indicadores; sucede á veces que las agujas pierden su equilibrio ó se desimantan. El resorte antagonista del rechazador debe de ser muy enérgico, para evitar que se encuentren cogidas las palletas; pero estos aparatos suelen ser á menudo bastante delicados para componerlos en su sitio, y lo mejor es encargar de la compostura al constructor.

CAPÍTULO II

LOS TELÉFONOS DOMÉSTICOS

Una de las más hermosas aplicaciones del electroimán es, sin duda, la del teléfono, maravilloso instrumento que permite transmitir la palabra á una distancia de centenares de kilómetros con una rapidez sólo igualada por la de la luz.

Acerquémonos á uno de esos puestos telefónicos, hoy tan generalizados, y distinguiremos claramente dos partes : una caja de madera llamada *transmisor,* ante la cual se habla, y uno ó dos escuchadores que se apoyan en el oído.

Abriendo la caja delicadamente, veremos en ella, entre hilos y palancas de que hablaremos también, un conjunto de pequeños lápices de carbón pegados contra la pared, llamémosla así, de nuestra caja. Allí está todo el secreto de la telefonía, el alma viviente de nuestro aparato.

Para explicar la presencia de estos pequeños lápices, retrocedamos un poco en la historia de la Electricidad.

En 1856, el físico francés Moncel hizo observar que

la resistencia ofrecida por el carbón al paso de la corriente eléctrica varía con la presión ejercida sobre aquél. Más tarde, aprovechó Hughes esta observación creando el micrófono de su nombre, del que se derivan todos los demás.

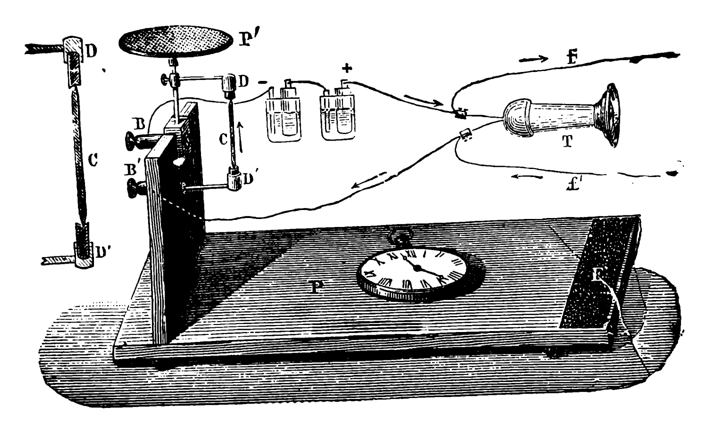


Fig. 59. — Micrófono de Hughes.

Principio. — El micrófono de Hughes se compone solamente de un lápiz de grafita ó de carbón de cornu C, colocado verticalmente entre dos pequeños vasos DD', no tocándolos sino ligeramente. Dos hilos que salen de cada uno de los vasos van á parar á un teléfono receptor T, cuyo mecanismo interior veremos más adelante. Una pila de 2 elementos Leclanché se encuentra intercalada en el circuito, como lo indica la figura 59.

Si un ruído cualquiera se produce en la vecindad del micrófono, el lápiz tiembla por la influencia de las vibraciones del aire; ejerce entonces una presión muy mínima sobre sus apoyos, pero suficiente para

hacer cambiar la resistencia del circuito. De esto resulta una variación continua de intensidad para la corriente y pasa por los dos hilos. El teléfono receptor repite todas esas perturbaciones.

Este último aparato es aún más sencillo que el micrófono; se compone de un electro-imán de núcleo imantado cuya armadura es una placa fina de hojolata.

Es atravesado el electro-imán por la corriente que viene del micrófono; ahora bien, como esta corriente cambia constantemente de intensidad, la placa se encontrará más ó menos atraída y se pondrá á vibrar; emitirá un sonido que será la repetición fiel del ruído que se produzca delante del transmisor.

El micrófono de Hughes, tal como lo hemos descripto, no tiene más que un defecto : exquisita sensibilidad. Para dar una idea de ella, baste decir que el tic-tac de un reloj, puesto encima del micrófono, produce en el receptor el ruído de una máquina de vapor, y que el ligerísimo paso de una mosca se asemeja al trote de un caballo en un suelo sonoro.

La palabra se transmite bien, pero acompañada de chirridos muy desagradables, llamados *de fritura*, que hace algunas veces penosa la audición.

Los micrófonos actuales contienen varios lápices de carbón; el transmisor Ader, de las estaciones telefónicas de la red de París, cuenta 9 lápices. De esta manera, la voz es más clara y la precisión notable.

También han sido perfeccionados los receptores: son enteramente metálicos. Un imán, en forma de herradura, constituye frecuentemente el anillo de suspensión del aparato; se termina en el nterior de un bote redondo de latón, por dos piezas polares sopor-

tando cada una su bobina de hilo de cobre fino recubierto de seda.

El conjunto constituye el electro de núcleo imantado de que hemos hablado más arriba.

Delante de los polos del imán y á una distancia pequeña, puede vibrar una placa fina de hierro dulce, formando la tapadera del bote.

Un pabellón de cuerno ó de ebonita completa el aparato.

Descripción de un puesto telefónico. — Hénos ya, pues, en posesión de los órganos principales de una estación telefónica; pero no podemos permanecer constantemente pegados á los escuchadores para responder á quien nos hable, por lo cual añadiremos al aparato una sonería.

Para mejor utilizar la línea, nos serviremos de sus dos hilos á la vez para llamar y para conversar; únicamente habrá necesidad, entre las dos operaciones, de obrar sobre un conmutador para retirar la sonería del circuito.

Con el objeto de hacer la maniobra automática, se produce la conmutación levantando el receptor. El corchete del cual está suspendido este aparato lo forma una palanca móvil alrededor de un eje; comunica directamente con la línea.

Cuando el receptor está trabado, su peso mismo hace mover la palanca y la pone en relación con la sonería; destrabando el receptor para escuchar, la palanca se subleva, la comunicación con la sonería se rompe, el contacto se establece entre la línea, el micrófono y los receptores. Terminada la conversación, el receptor se suspende ó traba nuevamente, y los

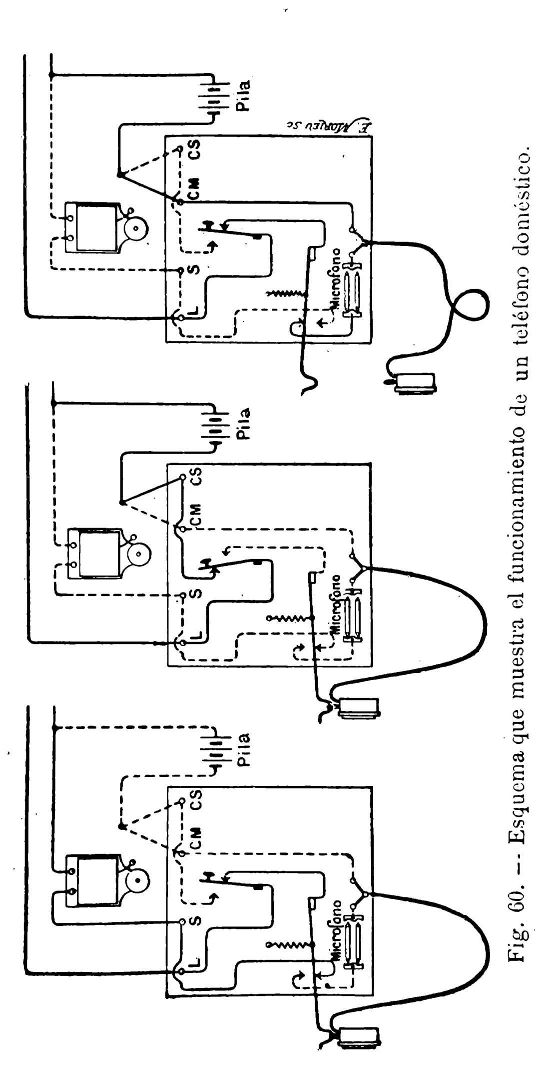


Fig. 60. — Esquema que muestra el funcionamiento de un teléfono doméstico.

puestos ó estaciones tornan á ponerse automáticamente en comunicación con la sonería, en disposición de recibir nueva llamada.

Se ve, pues, cuán esencial es siempre el colgar los receptores después de una conversación.

Adjuntamos un esquema representando la marcha de la corriente en una estación telefónica doméstica durante la llamada y la conversación; las líneas gruesas indican los hilos atravesados por la corriente; las líneas de puntos los que, en tal momento, no son utilizados.

1er CASO. — *La espera.* — Una corriente de llamada viniente de la estación vecina llega á L, gana el botón, lo atraviesa, va al corchete que la dirige á la sonería, de donde torna al punto de partida; el timbre sonará.

2.° CASO. — Al ruido de los timbres se acudirá al aparato, se oprimirá el botón de llamada para avisar, al puesto vecino, que se está en disposición de hablar. La corriente que salió de la pila del puesto entra en CS y gana la línea por el botón de llamada, que se mantiene oprimido. La sonería correspondiente se dejará oir.

3er CASO. — *Conversación.* — Los receptores están descolgados. La corriente de la pila llega á CM, atraviesa el receptor y el micrófono, pasa al corchete conmutador por el contacto superior y de allí se traslada á la línea L. Estando el puesto vecino en las mismas condiciones, se empieza á hablar.

La mayoría de los puestos telefónicos domésticos están provistos de 4 bornes; su esquema interior, en principio, es siempre idéntico al que damos; sólo puede variar la disposición de los diversos órganos.

Se da algunas veces á los aparatos la forma de un pupitre (fig. 61); se le fija en tal caso contra una pared. En una oficina se puede adoptar, sea un aparato portátil (fig. 62) sea un aparato combinado (fig. 63). Según las necesidades ó los gustos, se optará por tal ó por cual sistema.

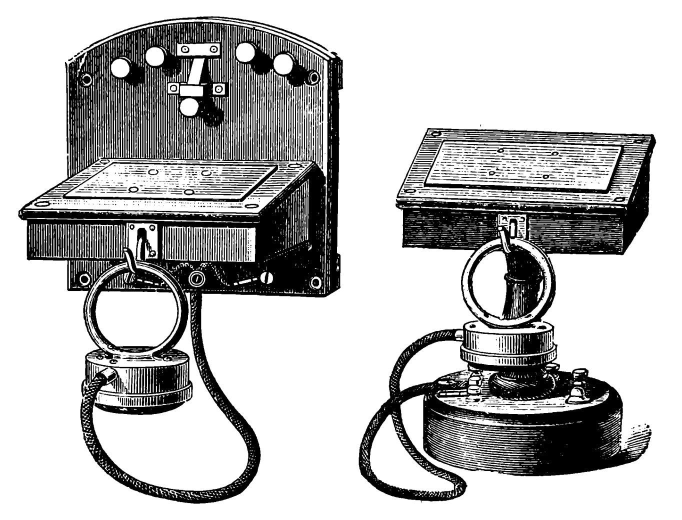


Fig. 61. — Puesto pupitre. Fig. 62. — Aparato portátil.

Casi todos los micrófonos están constituídos por barretas de carbón. Sin embargo los hay también muy sensibles y muy prácticos, en los cuales los lápices han quedado suprimidos.

Los puestos telefónicos Mildé, en particular, comportan un transmisor especial constituído por polvo de carbón, encerrado en un pequeño bote atravesado por la corriente de la pila. La vibración de la plancheta hace el contacto por todo extremo variable.

Estos aparatos Mildé, muy potentes y poco frágiles, son bien conocidos bajo su forma de porta-reloj (fig. 64). Están montados con la sonería sobre una elegante consola que permanece fijada á la pared.

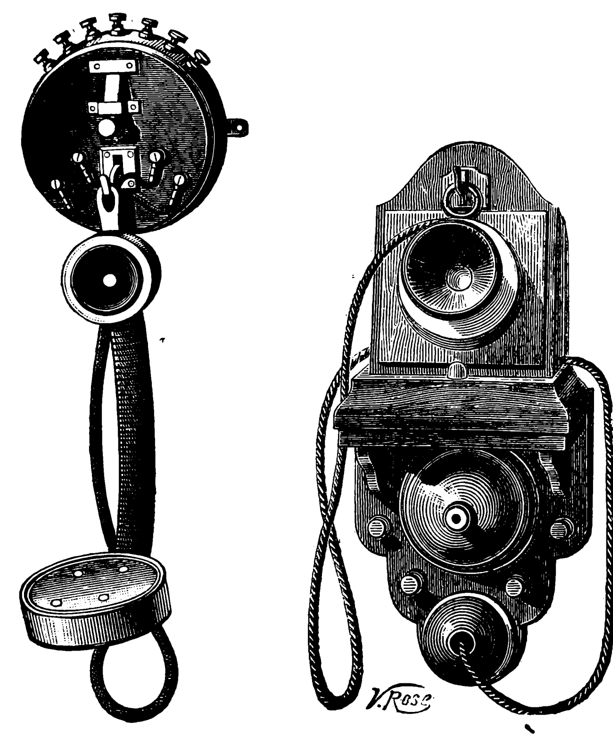


Fig. 63. — Aparato combinado.

Fig. 64. — Aparato Mildé.

El transmisor porta-reloj y su receptor pueden colocarse á voluntad sobre un buró ú otro mueble; un cordón ligero los une á la consola.

Se construyen igualmente puestos murales, sis-

tema Mildé, fijándolos verticalmente sobre un tablero (fig. 65); pero la construcción interior es invariable.

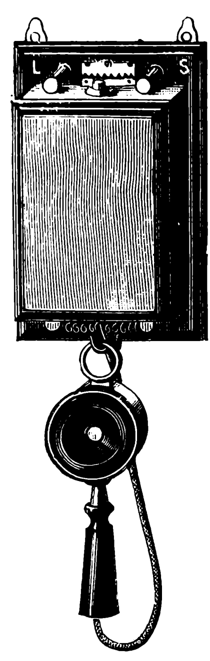


Fig. 65.— Puesto mural Mildé.

Puestos telefónicos para grandes distancias. — Los puestos domésticos que acabamos de describir, funcionan muy bien en el interior de las casas y en todas las ocasiones en que la longitud que los separa no exceda de un kilómetro.

Para distancias más grandes se toman los mismos puestos con micrófono y pila, pero se les provee de una bobina especial que se llama *bobina de inducción.*

Sin entrar en detalles, bástenos decir que esta bobina no es más que un transformador análogo á una bobina Ruhmkorff, el cual permite acrecer el alcance de los aparatos.

Una vez provistos de este perfeccionamiento, las distancias no importan y se puede comunicar á través de toda Francia.

Los puestos telefónicos dotados de bobinas de inducción comprenden generalmente ocho bornes : dos de líneas L_1 L_2, dos para la sonería S_1 S_2, dos para la pila de la sonería CS, ZS y dos para la pila del micrófono CM, ZM. No hay, pues, confusión posible, y á cualquiera se le puede confiar la instalación.

Instalación de teléfonos domésticos. — Se debe evi-

tar la colocación de los aparatos microfónicos á proximidad de los aparatos de calefacción ó en locales demasiado húmedos, pues la influencia del calor ó de la humedad podrían deteriorarlos, comprometiendo ó perturbando su buen funcionamiento. Convendrá también, en cuanto sea posible, no fijarlos en tabiques ligeros ó susceptibles de tener vibraciones, por efecto de las trepidaciones ó los choques, más ó menos frecuentes, que puedan producirse en las inmediaciones. Y si, á pesar de todo, no se dispone de otro sitio, se interpondrá algún trozo de caucho espeso, entre los aparatos y el tabique, para destruír ó aminorar el efecto de las vibraciones. Igualmente, cuando los micrófonos sean colocados en paredes en las que pueda temerse la humedad, será indispensable separarlos de ellas por una plancheta de madera, un tapete de linoleum ú otra materia capaz de preservarlos de todo contacto directo con lapared.

Los micrófonos funcionan con un número bastante limitado de elementos de pila (de 1 á 4). Dos elementos bastan en la mayoría de los casos. Poniendo una pila demasiado fuerte, se producen crujidos muy desagradables, llamados *ruídos de fritura* en términos de telefonía, los cuales impiden la audición y que la voz se emita con limpieza.

Cuando la voz es demasiado fuerte y carece de nitidez, se reduce la pila; cuando al contrario, le falta fuerza, hay que aumentarla. Pero bien entendido que no debe de modificarse la intensidad de la corriente, sino cuando esté bien demostrado que el defecto no proviene de otra causa que de la corriente misma.

Observación. — Debe tomarse una precaución muy

importante en el caso de la instalación de teléfonos domésticos. Se velará con el mayor cuidado por que los bornes marcados PM ó PS, CM ó CS del aparato se mantengan siempre unidos al carbón ó polo positivo, como está indicado en el esquema que hemos dado antes, exceptuando, empero, el borne CM de uno de los dos aparatos que se unirá al zinc.

En efecto, según el sentido de la corriente se fortalecen ó se debilitan los imanes de los receptores, lo que aumenta ó disminuye la nitidez de la audición.

La práctica ha mostrado que el funcionamiento de semejantes puestos se va debilitando con el tiempo, aunque la pila esté en perfecto estado, atribuyéndose este fenómeno á la desimantación de los imanes de los receptores.

Si el aparato no lleva ninguna indicación para el sentido de la corriente, se fijarán los hilos de la pila á los bornes que les son destinados normalmente, y se harán las pruebas ó los ensayos conversando.

Se hará en seguida el mismo ensayo intervirtiendo los hilos de la pila (fijando el hilo que iba al zinc en el carbón y el que iba al carbón en el zinc), y adoptando como definitivo el sentido en que encontremos el máximum de claridad en la conversación.

Comprobación de un puesto telefónico y averiguación de los desarreglos. — Cuando se acaba de instalar un puesto, ó para averiguar la causa de un desarreglo, conviene asegurarse del funcionamiento de todos los órganos de la instalación.

Todo colocado, se debe ante todo ver si la llamada se produce :

1.° Poniendo los dos hilos de una pila en relación

con los hilos de línea, los timbres del puesto deben sonar; y deben pararse, bien sea apoyando en el botón de llamada, bien levantando el corchete conmutador.

2.° Poniendo una sonería ó la misma del puesto en comunicación con los hilos de línea y apoyando en el botón de llamada, los timbres deben funcionar.

3.° Religando por un conductor los hilos de línea y escuchando al receptor, se debe oír un ruído de « *fri tura* », cuando se pasa la mano por la plancheta del micrófono.

Si estos tres ensayos dan buenos resultados, el puesto ensayado es susceptible de funcionar.

El debilitamiento de la transmisión de la voz puede provenir del mal estado de la pila ó del desarreglo de los receptores. Habrá, pues, que volverlos á cargar ó se renovarán los elementos. Si el defecto procediera de la deformación de la membrana del receptor, que estuviera demasiado cerca ó demasiado lejos del imán, se corregiría la falta ó se la cambiaría. También puede suceder que los imanes de los receptores estén desimantados, y se opera entonces como se ha dicho en la precedente observación.

Sucede á veces que, levantado el receptor de un puesto (aparatos sin bobina de inducción) se oye el ruído de la sonería del puesto correspondiente que se encuentra accionado por la pila del micrófono. El único remedio consiste en disminuír el número de los elementos ó reforzar el resorte de la paleta de la sonería.

Los ruídos desagradables de chirrido, llamados de *fritura*, que se oyen algunas veces, provienen de un mal contacto; lo más común y frecuente, por la mala disposición de los hilos ó de la excesiva intensidad de

la corriente de la pila (disminúyase en este caso el número de elementos en servicio sobre el micrófono). En cuanto á las interrupciones totales en la transmisión, á menudo son debidas á la rotura de uno de los hilos del conductor ligero del receptor, y entonces no hay más que reemplazarlo.

Pararrayos. — Cuando los puestos se hallan enlazados por una línea aérea, puede suceder que el rayo destruya las bobinas de las sonerías y los receptores, máxime si los aparatos no están protegidos por pararrayos; conviene, pues, que los haya en todos los puestos telefónicos. Á la entrada de la línea en cada estación ó puesto se pone generalmente un pararrayos Bertsch, y este mismo aparato se interpone también entre una línea aérea y otra subterránea; está formado por dos planchas metálicas paralelas que llevan homólogamente una gran cantidad de puntas; comunica una de las planchas con la línea, la otra con la tierra. Si la línea se pone accidentalmente á una tensión muy alta, la descarga se hará entre las puntas, y los aparatos quedarán protegidos.

En el puesto, y delante del aparato, se colocará un segundo pararrayos *de puntas y de papel*, con lo cual quedarán disminuidas las probabilidades de accidente.

El pararrayos de *hilo preservador* está formado por un hilo fino de hierro tendido sobre una bobina y atravesado por la corriente de la línea telefónica; si la intensidad de esta corriente llega á ser excesiva, hace el papel de corta-circuito.

El aparato de hilo preservador se hace *necesario*, cuando las redes telefónicas están establecidas en las

cercanías de las líneas de alumbrado ó transmisión de energía eléctrica; en el caso de un contacto fortuito, la fusión inmediata del hilo preserva los aparatos.

En cuanto á los pararrayos de peine que se encuentran á veces en los aparatos telefónicos, son de una eficacia *nula;* más valdría pintarlos, como decía un inolvidable inspector de telégrafos; importa, pues, que recurramos á medios preventivos más enérgicos.

Cuadros anunciadores. — Cuando un puesto sirve á diversas direcciones, se le provee de un cuadro anunciador. Si el puesto central no debe llamar á los puestos con los cuales está unido, si sólo debe ser llamado, se pone un cuadro idéntico á los que hemos descripto para las sonerías.

En el caso de que el puesto central deba entrar en comunicación con sus correspondientes, el cuadro anunciador se hace ya más complicado; como siempre, debe estar provisto de tantos anunciadores cuantas sean las direcciones, pero teniendo, además, una serie de agujeros correspondientes á los números. Una clavija, unida por un hilo fino al aparato telefónico, permite el entrar en relaciones con cualquiera de los otros puestos poniéndola en alguno de los agujeros.

Se ponen igualmente en comunicación dos puestos cualesquiera, enlazándolos sobre el cuadro con un cordón fino que tenga en cada extremo la correspondiente ficha.

Tal es, en pocas palabras, el funcionamiento de una estación central de varias direcciones: esta descripción algo sucinta sería susceptible de más amplios desarrollos; pero preferimos remitir al lector que se

interese en estas cuestiones á las obras técnicas de telefonía ; el caso es demasiado especial para tratado aquí.

Micrófono secreto. — En ciertos casos (prisiones,

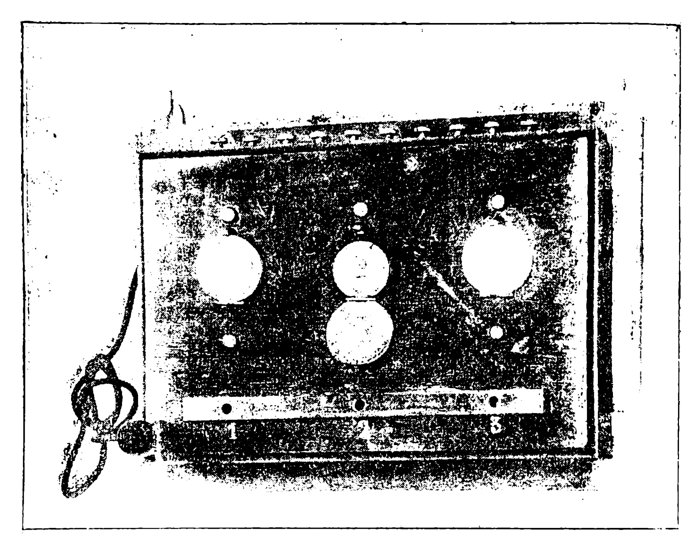


Fig. 66. — Cuadro anunciador.

cuartos de los niños, etc., cuando hay necesidad de oír las conversaciones ó los ruídos á distancia sin llamar la atención, hácese uso de los micrófonos secretos llamados « espías ». Estos aparatos, cuyo funcionamiento es análogo al de las estaciones telefónicas descriptas más arriba, están hábilmente ocultos ó disimulados en las paredes, detrás de los cuadros, de los muebles, de la caja de los timbres, etc. Están unidos por dos hilos á receptores ordinarios ; se tiene

cuidado de intercalar en el circuito una pila de dos ó tres elementos, así como un interruptor de manera que no se utilice la pila más que cuando se hace uso del aparato. La pila y el interruptor pueden ser colocados á proximidad de los receptores, solo el micrófono estará situado en la pieza donde se recogen los sonidos.

Teléfono Gaillard. — Señalemos,para concluír,los teléfonos-bocinas, cuyo tipo es el aparato Gaillard.

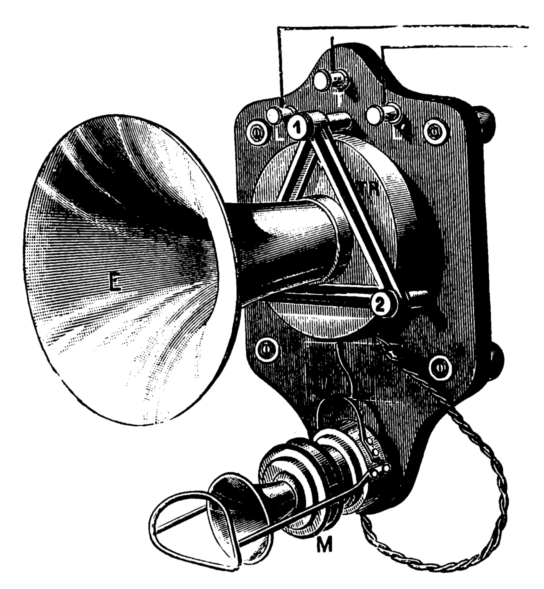


Fig. 67. — Bocina Gaillard.

Dotados de gran potencia, gracias al empleo de un micrófono especial y de una corriente muy enérgica, los aparatos Gaillard permiten la audición á distan-

cia, aunque sea en una sala extensa. En los barcos mismos se los emplea para transmitir órdenes en lugar de los portavoces ó tubos acústicos.

Para usos privados, M. Ducretet ha construído bocinas Gaillard provistas de un conmutador mediante el cual se puede hacer variar á discreción la intensidad de la palabra, desde un mínimum (recepción al oído) hasta un máximum (audición á distancia de la corneta amplificadora).

Estos aparatos dan resultados excelentes á pequeñas distancias, pero hasta el presente no parecen aplicables á las grandes líneas, á causa de la corriente demasiado intensa que necesitan.

Observación acerca del establecimiento de las líneas telefónicas. — Pueden ser establecidas las líneas telefónicas ú otras, sin necesidad de autorización alguna, en las habitaciones particulares, en las fábricas y á través de las fincas de propiedad privada, etc.

Pero si se ha de atravesar ó seguir una vía pública, una plaza, etc., se necesita dirigir una instancia pidiendo autorización al Director inspector de los telégrafos del departamento.

CAPÍTULO III

ARMELLAS ELÉCTRICAS

Las puertas pueden ser abiertas á distancia por medio de la electricidad con unas armellas especiales que son de fácil manejo; basta oprimir una pera ó un botón para que la puerta se abra.

No se modifica en nada la cerradura: lo que únicamente se transforma es la armella de la misma.

El funcionamiento del aparato es de los más sencillos, gracias al fuerte resorte, que es en lo que consiste la transformación.

Cerrada la puerta, la presión de este resorte obrando sobre ella hace que el macho de la cerradura se apoye constantemente contra la pared de la armella. Y como esta pared se halla montada sobre charnelas, gira bruscamente, al atraer la armadura de un electro, y la puerta se abre al impulso del resorte.

Colocación. — La colocación de las armellas es simplicísima : la cerradura y la armella se colocan de la manera ordinaria; pero hay que tener cuidado de asegurar, lo más que se pueda, la protección mecá-

nica de los hilos que van al electro, pues sólo así se evitará su rotura.

Los conductores estarán provistos de un tubo de caucho á la entrada en la armella; los extremos serán denudados en la longitud debida y fijados bajo el tornillo correspondiente, á los dos extremos del electro-imán; á su salida serán cuidadosamente disimulados; se intercalará en el circuito una pila de varios elementos, y se pondrá una pera ó un botón en el sitio más favorable para la maniobra.

Conviene emplear un fortísimo resorte para que empuje la puerta en cuanto se desencaje.

Para las puertas de entrada á dos batientes, los hilos que van á la armallera pasan por encima de la parte móvil de la puerta, por medio de una salchicha ó de dos placas formando resorte que establecen el contacto. Es preferible esta última disposición, porque evita las roturas que frecuentemente se producen en los hilos arrollados en espiral.

CAPÍTULO IV

LOS ENCENDEDORES ELÉCTRICOS

En estos tiempos de progreso en que las pajuelas químicas no tienen ya de pajuelas más que el nombre, acaso no carezca de interés el indicar aquí cómo puede procurarse fuego, instantáneamente, con algunos elementos de la pila Leclanché alimentando ya una sonería.

Los primeros aparatos construídos con esta finalidad, estaban generalmente constituídos por un alambre finísimo de platino colocado cerca de una lámpara de esencia. Haciendo pasar por dicho alambre la corriente de 3 ó 4 elementos Leclanché de saco, se llegaba á calentarlo al rojo y los vapores de esencia se inflamaban.

Estos encendedores, al presente abandonados, tenían muy graves inconvenientes; el hilo, demasiado frágil, se funde fácilmente si la corriente es demasiado enérgica; no enrojece lo bastante si está gastada la pila.

Hoy se prefiere emplear encendedores de chispa ó

de *self induction*, por ser mucho más seguros. Pero ante todo, ¿qué es *self induction?*

Volvamos á las comparaciones hidráulicas hechas al principio de esta obra. Sabemos que la corriente eléctrica puede ser asimilada á una corriente de agua que circula de un estanque ó depósito elevado á otro menos elevado. Sabemos que si el tubo es grueso y largo, la circulación del agua no tomará instantáneamente su valor normal en el momento de darle salida abriendo la llave ó grifo de comunicación, y esto á causa de la *inercia*.

Es lo que sucede con un tren que arranca y con un barco que leva, los cuales no toman inmediatamente su velocidad definitiva; absorben cierta cantidad de trabajo ó de energía que será restituída á la parada é invertida, por ejemplo, en calor en el momento del frenaje del tren.

La corriente eléctrica obedece también á estas leyes y no adquiere en seguida su valor, sobre todo si el conductor está enrollado en forma de bobina al rededor de un núcleo de hierro.

En el momento en que cerramos el circuito de una pila sobre un electro-imán, la corriente que se creería tan rápida no se establece instantáneamente, así como el tren al arrancar no marcha todavía con la velocidad de 90 kilómetros por hora, la cual se establece gradualmente y entretanto absorbe energía. Esta energía se almacena, por decirlo así, en el electro-imán, creando la imantación de que es asiento, y permanece allí en estado latente hasta el instante en que se rompa el circuito. Sabido es que en tal instante el imán se hace inactivo y cesa de ser un imán.

La energía almacenada durante el establecimiento

de la corriente en forma de imantación, será restituída violentamente á la ruptura del circuito. Así como una bala se enrojece al chocar en una plancha de blindaje, brotará una chispa extremadamente cálida entre ambos cabos del hilo que dejan de tocarse.

Si en tal punto colocamos nuestra lámpara de esencia, la chispa la encenderá.

Cuanto más potente sea el electro-imán, y cuanto más caliente y más brillante sea la chispa, mayor será la *self-induction* que aparente el mismo electroimán.

Las bobinas de *self-induction* generalmente empleadas para los encendedores consisten en un haz de alambres ó hilos de hierro muy dulce, en el cual se arrolla un gran número de veces un hilo de cobre (40 á 50 metros de longitud aproximada), de un milímetro de diámetro y revestido de algodón. Si se religa tal bobina á los dos polos de una pila Leclanché de 4 ó 5 elementos, y si se corta uno de los hilos de unión en un punto cualquiera, en ese punto brotará una chispa, restituyendo en forma de luz y de calor toda la energía almacenada por la imantación del hierro dulce.

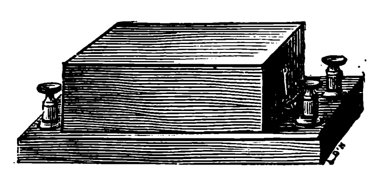


Fig. 68. — Bobina de extra-corriente.

Los aparatos de encender más divulgados son de esencia mineral; consisten en una lamparita nikelada fijada en una cajeta de madera que contiene la bobina de *self-inductión*. Atrayendo á sí la lámpara, en ciertos casos levantando su apagador, una escobilla

metálica frotará contra el pico cerrando el circuito de una pila á través de la bobina. Continuando su movimiento la escoba, el contacto se rompe y sale una chispa que inflama la esencia.

Un aparato de encender tiene generalmente dos bornes que se unen á la pila; uno de ellos comunica

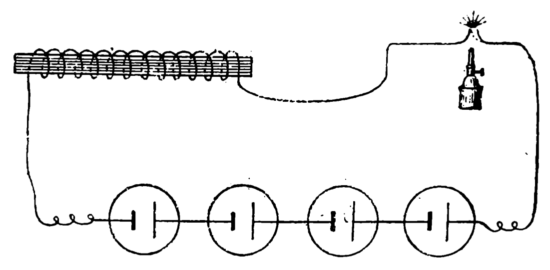


Fig. 69. — Esquema del montaje de un encendedor.

con la bobina en el interior del aparato y el otro con la escobilla metálica; la lámpara misma está ligada á la extremidad opuesta del hilo de la bobina.

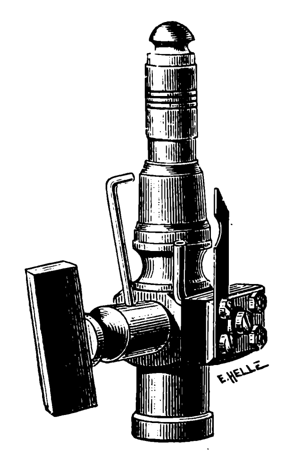
En la pila empleada se usan casi siempre elemenmentos Leclanché, pero de gran superficie, con zinc circular.

La colocación es muy sencilla; estando el aparato colgado de la pared, se unen sus dos bornes á los de una pila que puede estar donde quiera.

Llaves eléctricas. — El alumbrado ó acto de encender los mecheros ó picos de gas, ó los de acetileno, es muy sencillo y fácil por medio de los grifos ó llaves eléctricas.

Se emplea también para esto una bobina de *self-induction*, encerrada en un bote de madera que se coloca cerca de la pila.

Su instalación es fácil : el hilo de zinc de la pila se une á la canalización del gas una vez por todas. El hilo del carbón se ata á uno de los bornes de la bobina ; al otro se ata el hilo que va á los grifos ó llaves, donde se une á la hoja de acero que se ve á la



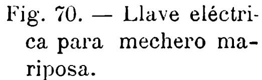


Fig. 70. — Llave eléctrica para mechero mariposa.

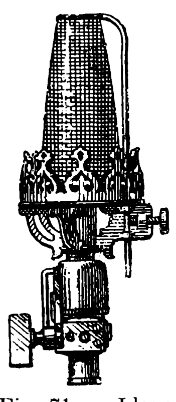


Fig. 71. — Llave eléctrica para mechero Auer.

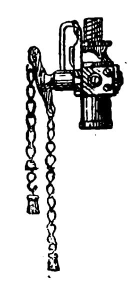


Fig. 72. — Llave eléctrica.

derecha en la figura 70. Esta hoja ó lámina, aislada de la masa del grifo, se reencuentra á cada movimiento de abertura.

El tubo capilar, soldado sobre la bola del grifo, delante del resorte, da salida á una pequeña fuga de gas ; en el momento en que el corchete, abandonando el resorte, hace brotar la chispa de ruptura, la fuga se inflama, sube y enciende el mechero.

Esta fuga se apaga cuando la llave está abierta. Para reglar la llama, basta continuar el movimiento en el sentido de la abertura de la llave.

Con este sistema de encender, el mechero Auer es el más práctico. Aunque se use del acetileno, basta con cambiar el orificio de los mecheros.

Una batería de 5 elementos Leclanché y una bobina de extracorriente ó de *self-induction*, resultan suficientes para encender un número indeterminado de picos ó mecheros.

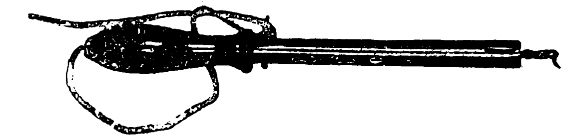


Fig. 73. — Enciende-hornos eléctrico.

Alumbrado eléctrico de los hornos de gas. — Este modo de alumbrado, muy simple ciertamente, es debido á M. Massy; consiste en una escobilla metálica (fig. 73), terminada por un mango aislador. Esta escobilla está en relación con una bobina de extracorriente, por medio de un hilo fino. Hay una pila religada por uno de sus polos á la bobina, y por el otro á la masa metálica del horno. Basta abrir la llave y frotar con la escobilla cerca de las aberturas, para que brote una chispa y ésta inflame el gas.

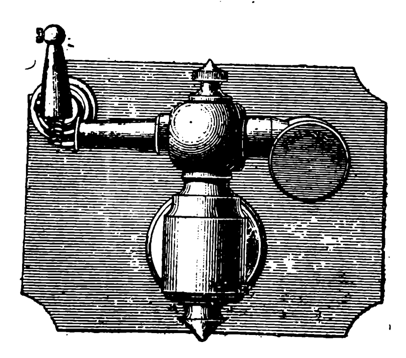


Fig. 74. — Aparato Massy.

Aparato Massy. — Este encendedor, del mismo inventor, conviene especialmente á las expendedurías de tabaco, á los cafés, á los fumaderos, á todos los sitios en que se necesita fuego permanente, como las antiguas mechas para encender los cigarros y los cachimbos. Funciona simplemente por una presión ejercida sobre el botón (fig. 74); utiliza el gas del alumbrado y se apaga automáticamente en cuanto cesa la presión.

El mismo constructor, y debemos señalarlo aquí, ha creado unos encendedores-apagadores á distancia, fundados en el mismo principio.

CAPÍTULO V

CONDUCTORES Y LÍNEAS

Los conductores generalmente empleados para la instalación de sonerías eléctricas, teléfonos, etc., son de varias clases : en lo interior de las casas, empléanse hilos de cobre envueltos en una vaina ó funda de guta percha y de algodón; en lo exterior se emplean más á menudo las líneas aéreas formadas con hilos desnudos de hierro galvanizado, ó de bronce, que se aislan por medio de campanas de porcelana. También se suele hacer uso en determinados casos (líneas subterráneas) de hilos de cobre aislados que rodea una trenza alquitranada y un tubo de plomo, con lo cual resulta el conductor completamente al abrigo de la humedad.

Hilos. — Se designan los hilos por su diámetro; evitaremos hacerlo por el volumen, que habría de expresarse necesariamente en cifras poco inteligibles ó apreciables; nos parece preferible indicar el diámetro en milímetros ó fracciones de milímetro para evitar confusiones. El espesor ó grueso de los

hilos que han de emplearse en las instalaciones, varía con la longitud del circuito, la naturaleza de los aparatos y el número de elementos de que se disponga.

Para la instalación de las senerías eléctricas y de los teléfonos, el hilo más empleado en lo interior de las casas y aposentos es el de cobre de 9 décimas de milímetro de diámetro.

Como ya hemos dicho, todos estos hilos están envueltos en un forro ó vaina de gutta y una capa de algodón. Se ha hecho uso igualmente de hilos recubiertos de algodón, untados con una mixtura de pez, betún y goma laca, porque el precio es menos elevado; pero su empleo no es recomendable ni resulta la economía que se busca, por su escasa duración y porque ocasionan á menudo pérdidas de corriente que agotan con rapidez las pilas.

Instalaciones interiores. — Los hilos recubiertos se tiñen de diferentes colores, combinándose fácilmente con el papel pintado de las habitaciones y con los matices de la tapicería.

Se les debe colorar tendiéndolos sobre las paredes; es necesario evitar que las toquen en las partes salientes, que acabarían por cortar el aislador; se les disimula cuanto sea posible en las molduras, cornisas y relieves, y algunas veces en las varas huecas para cortinajes é instalaciones de lujo.

Los hilos se mantienen en su lugar de diversas maneras; se emplean aisladores de hueso (fig. 75), cuñas de madera y ganchos vitrificados. Los aisladores, pintados como los hilos, no han de estar en los rincones, como tampoco donde haya demasiados hilos.

En ciertos casos se hace uso de cuñas de madera con tantos agujeros como hilos han de soportar, lo cual permite colocar los hilos en perfecto orden, pero se hace difícil disimularlos.



Fig. 75. — Aislador de hueso.

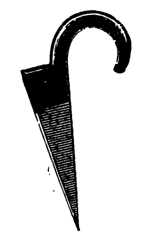


Fig. 76. — Gancho vitrificado.

Los ganchos ó corchetes esmaltados ó vitrificados (fig. 76) cuya coloración es más sencilla, requieren mayor cuidado, siendo preciso evitar, al clavarlos que se rompa el esmalte, pues si este último desapareciera, la oxidación del hierro traería consigo la destrucción rápida del aislador de los hilos, ocasionando derivaciones perjudiciales y tal vez corta-circuitos. Sólo citaremos los caballeros de hierro por memoria y para *condenar* su empleo, pues tarde ó temprano se encontrarían cortadas las envolturas de gutta percha de los hilos, sea por la presión del caballero, sea por su oxidación.

Horadaciones. — Cuando es preciso atravesar una pered ó un muro, conviene practicar una horadación: empléase para esto un berbiquí ó taladro con una larga mecha. Estas mechas son de acero y su longitud de 1 metro á 1,20, con un diámetro que varía de 6 á 25 milímetros. Cuando las horadaciones se hacen

en aposentos ya empapelados, para no estropear el papel se corta éste con un cortaplumas, trazando un círculo en el punto requerido; este círculo de papel se despega mientras dura el trabajo, y terminado éste vuelve á pegarse en su sítio.

La horadación debe ser ocupada por un tubo metálico destinado á proteger mecánicamente los hilos. El tubo impedirá que el empapelado se ensucie ó deteriore por el frotamiento sobre la piedra ó el yeso, al introducir los conductores, y por consiguiente convendrá ponerlo tan pronto como quede la horadación practicada. Estos tubos deben de ser esmeradamente limados y redondeados en sus extremos, para que no presenten ningún ángulo vivo.

Después se pasan de un lado á otro los hilos, teniendo cuidado de introducirlos previamente en un tubo de caucho; este tubo debe rebasar de 3 á 4 centímetros por cada lado de la horadación.

Generalmente es preferible hacer el agujero de horadación de un diámetro algo mayor de lo necesario, á fin de poder más tarde, si preciso fuere, aumentar uno ó más hilos.

Junturas. — Las uniones de los hilos entre sí, ó *ligaduras,* se hacen denudando las dos extremidades que han de juntarse en una longitud de 4 á 5 centímetros, se las limpia con papel vidrio y se atan los dos cabos enrollando el hilo n.º 1 cinco ó seis veces en el n.º 2 y recíprocamente. Se cubre entonces la juntura con una hoja delgada de guta percha, la cual se enrolla con los dedos, y en seguida con un revestimiento de algodón, análogo al de los hilos religados.

Hay que evitar cuidadosamente que coincidan varias ligaduras de hilos diferentes; lo más prudente es escalonarlas espaciándolas, á una distancia de 5 á 6 centímetros. Tampoco debe de haber junturas dentro de las horadaciones.

Los hilos que vayan á parar á los bornes de las sonerías, cuadros, pilas, etc., deben cortarse aproximadamente de un metro más que la distancia que han de recorrer, pues la longitud sobrante se arrolla en espiral alrededor de un lápiz de manera que se forme una salchicha, lo cual permite en caso de rotura del hilo ó de desplazamiento de los aparatos, amarrar de nuevo sin necesidad de recurrir á hacer nuevas ligaduras, pues basta sencillamente con estirar el hilo.

Líneas exteriores aéreas. — Para pequeñas distancias, las líneas aéreas se hacen de cable alquitranado ó bajo plomo, que ha de correr á lo largo de los muros; para distancias medias ó mayores, se establecen las líneas aéreas sobre postes fijos. En este último caso, los hilos de metal desnudo están dispuestos sobre aisladores ó campanas de porcelana (fig. 77) que se pegan á los muros ó se fijan á los postes.

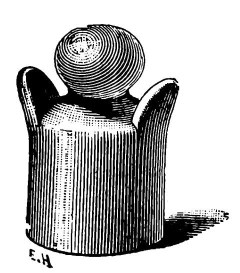


Fig. 77. — Aislador de campana.

El *alcance* ó distancia que separa los postes varía de 50 metros á 300, según la naturaleza y el diámetro de los conductores empleados, alambres de hierro galvanizado ó de bronce silíceo. Los soportes deben

estar más cercanos en las curvas, según las necesidades del trazado de las líneas.

El bronce silíceo es preferible al hierro galvanizado, cuya herrumbre destruye bien pronto el diámetro una vez perdida la galvanización, preferencia cuyo objeto es aumentar la resistencia de las líneas. El hilo de bronce, por su gran conductibilidad, permite el empleo de hilos de menor diámetro; puede emplearse por consiguiente mayores alcances, y por eso el bronce es preferible.

Si á pesar de todo no hubiese más remedio que hacer uso del hierro galvanizado, y si no fuere demasiado largo el trayecto de los hilos, bueno será recubrirlos de una capa de pintura al óleo que los preserve de la oxidación al mismo tiempo que evite las pérdidas de corriente eléctrica que pudieran producirse por el contacto de las ramas de árboles que se encuentren al paso de la línea.

Los aisladores ó campanas de un mismo poste deben estar á una distancia de 30 centímetros los unos de los otros, no soportando más que un hilo cada uno. Este hilo se tiende, como en telegrafía, con ayuda de motores, ó simplemente de un torno fijado á una correa cuando la tracción exige un esfuerzo menos grande. La correa, en tal caso, debe rodear el cuerpo del obrero.

El hilo se debe ligar sobre la cabeza de la campana de porcelana (fig. 77), de manera que se asegure su tensión, empleándose al efecto un hilo de diámetro menor que rodee la cima de la campana y se enrolle por cada uno de sus extremos al hilo de la línea.

Las junturas y amarres de los hilos entre sí, en las líneas aéreas, deben siempre ser soldados, empleando

con tal objeto la birola de hierro galvanizado; los dos extremos que han de soldarse pasan por la birola y se hace la soldadura.

La misma disposición puede emplearse con los alambres de bronce, pero sirviéndose del juntador *Mac-Intire*.

Esta unión se verifica por medio de un cilindro prolongado de cobre, que presenta dos orificios por los que pasan los hilos: con ayuda de unas pinzas especiales se hace un trenzado, encontrándose el cilindro retorcido con los hilos y evitando así que puedan aflojarse.

Es más cómodo y de empleo mucho más rápido, por lo cual muy á menudo se suele preferirlo y aun es casi siempre el adoptado.

Retorno por el suelo. — En ciertos casos, cuando la distancia que separa dos postes excede de 1 kilómetro, se suprime el hilo de retorno, estableciéndose no más que una línea aérea de un solo hilo. Ambos extremos del conductor de retorno suprimido van á parar á un hilo de tierra desnudo que se suelda á una superficie conductriz lo más grande posible, penetrando en un suelo bien húmedo en todas las estaciones y conductor en una gran extensión; una bomba, un conducto de agua ó gas, que sean de hierro.

El hilo de tierra es soldado á dos conductos, si se puede; la juntura debe ser recubierta y pintada con el mayor esmero para que la soldadura no se deteriore. Conviene prohibir en absoluto el empleo de los tubos de gas que sean *de plomo;* los cables é hilos de tierr[illegible] deben estar, á lo menos, á 20 ó 30 centímetros [illegible] dichos conductos, porque en días de tormenta,

puede producirse una descarga entre el hilo de tierra y el mencionado tubo. Ha sucedido que el plomo se funda y que el gas se encienda.

Á falta de conducto empléese una plancha de cobre ó de hierro galvanizado de 1 metro cuadrado y húndase en el suelo húmedo, en agua corriente ó en un pozo inagotable (no cisterna); la plancha debe ser enterrada de plano y no arrollada ni en espiral ni en forma de cilindro; debe colocarse más bien verticalmente que horizontalmente.

La parte del suelo en que se inmerge la plancha debe conservar su humedad en todo tiempo; en los países cálidos hay que regar con frecuencia el suelo en que están las planchas.

En lugar de la plancha puede hacerse un cable de alambre como de 3 milímetros de diámetro, del cual irradian los hilos en todas direcciones. Se recomienda igualmente rodear de cok cada hilo.

El retorno por la tierra puede ser empleado en las líneas telefónicas ó con sonerías distantes (fig. 82, pregunta y respuesta); para esto habrán de escogerse las sonerías que tengan á lo menos 50 ohmios de resistencia.

Líneas subterráneas. — Estas líneas son establecidas con cable bajo plomo. Se empieza por abrir una zanja de 30 centímetros de profundidad, aproximadamente, en el fondo de la cual se dispone un lecho de arena para que las piedras no deterioren el cable bajo la presión de la tierra; se coloca el hilo, se cubre de arena y seguidamente se cierra la zanja.

Cuando el cable pasa bajo terrenos susceptibles de

ser cavados ó labrados, ó bien por debajo de paseos y avenidas, debe colocársele dentro de un enrejado de alambre, ó encerrársele en tubos de alfarería que lo ponga al abrigo del choque de los útiles ó herramientos de cualesquiera clase. Las líneas subterráneas son empleadas con frecuencia para unir las verjas exteriores á la vivienda interior de las casas de campo, atravesar un jardín, etc. Empléase en estos casos un cable bajo plomo, de dos conductores (1).

Nota.— Damos á continuación algunos planos para la instalación de timbres y teléfonos, destinados á facilitar los trabajos del aficionado; estos planos corresponden á los montajes empleados con más frecuencia.

(1) También se recomienda muy especialmente para las líneas subterráneas el *cable armado*; este cable, aislado muy esmeradamente, supone, además, una armadura de hilos de acero que, mejor que el plomo, proteja el ánima interior contra los golpes del azadón ó del pico.

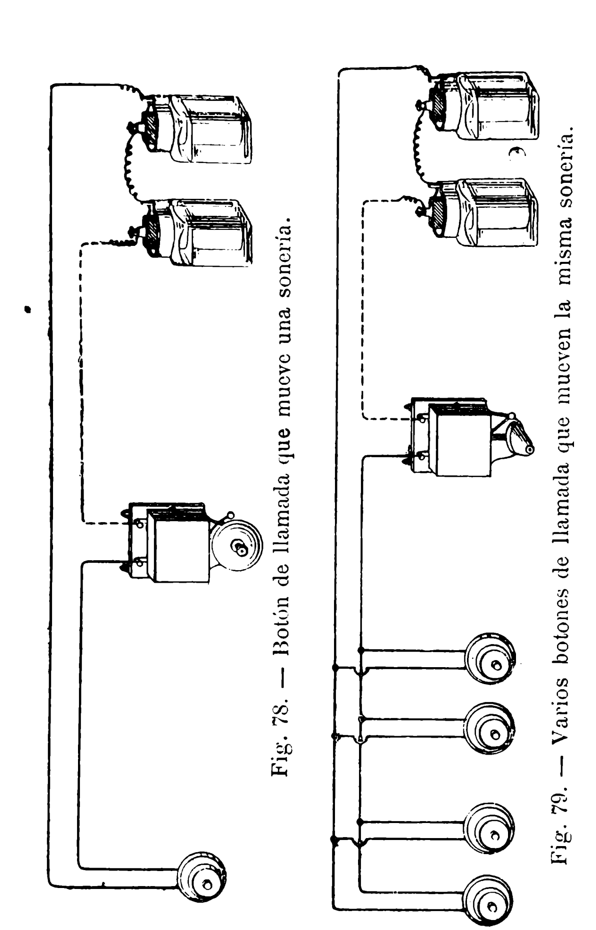


Fig. 78. — Botón de llamada que mueve una sonería.

Fig. 79. — Varios botones de llamada que mueven la misma sonería.

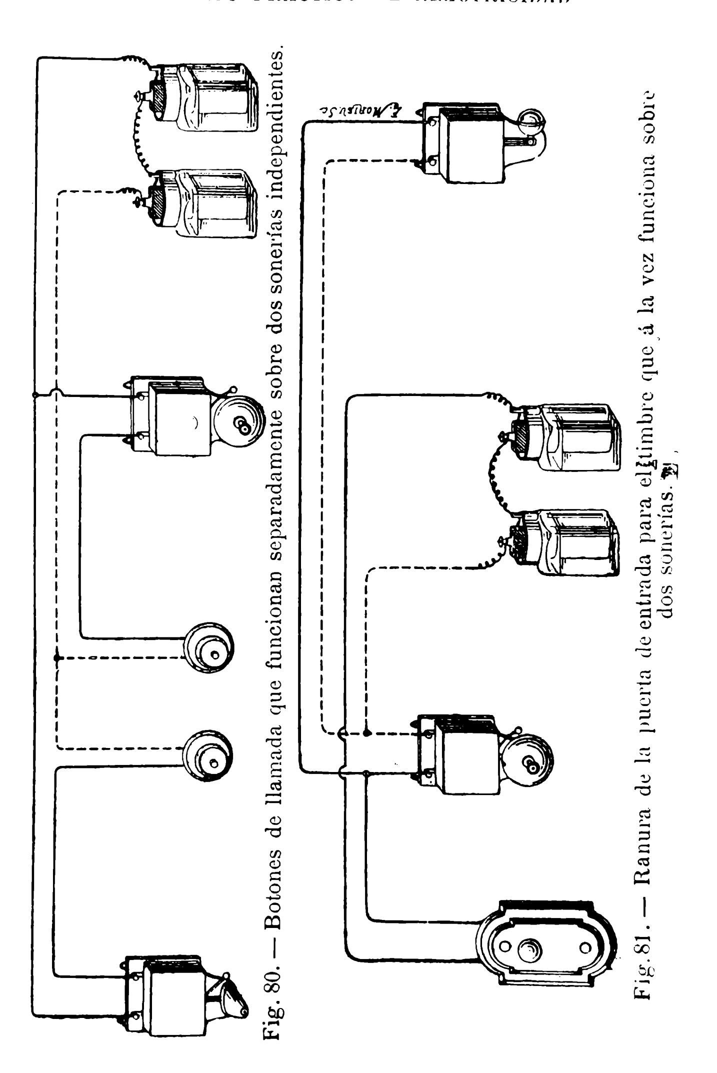


Fig. 80. — Botones de llamada que funcionan separadamente sobre dos sonerías independientes.

Fig. 81. — Ranura de la puerta de entrada para el timbre que á la vez funciona sobre dos sonerías.

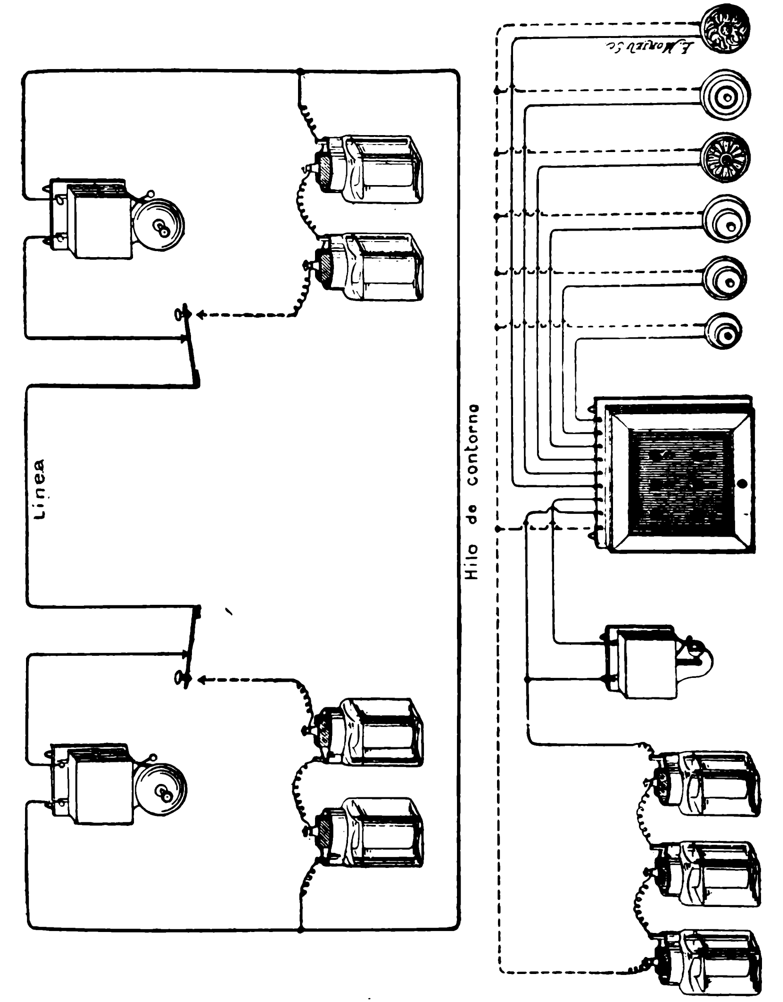


Fig. 82.— Pregunta y respuesta por botones de tres contactos.

Fig. 83. — Cuadro indicador de seis llamadas.

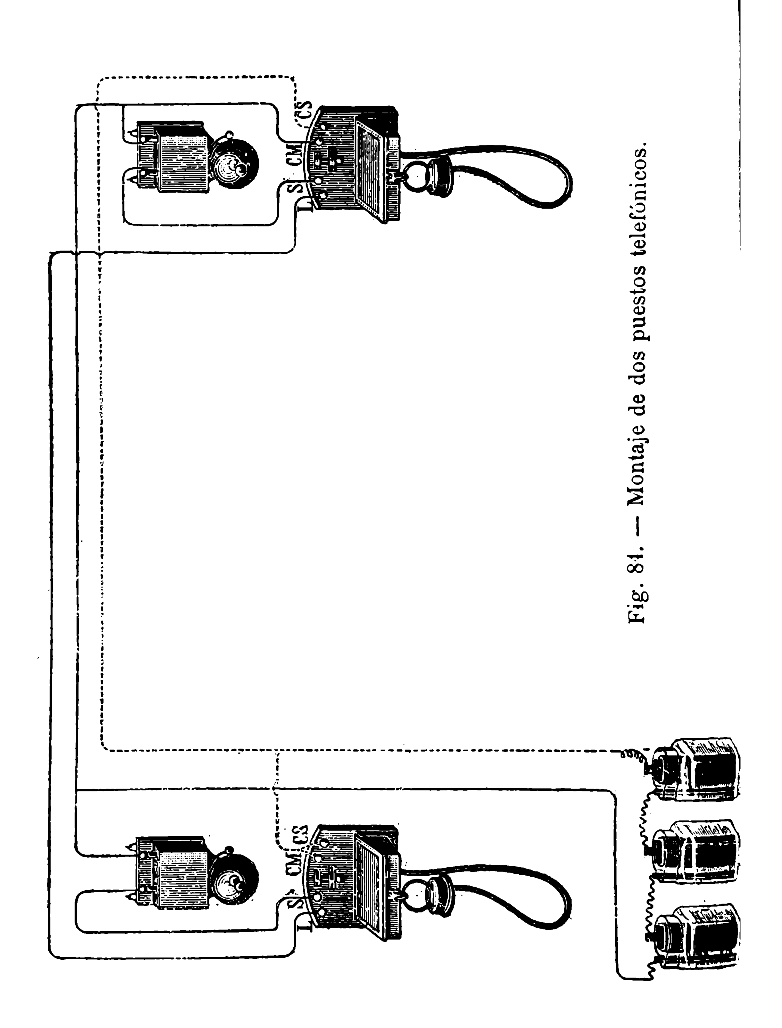


Fig. 84. — Montaje de dos puestos telefónicos.

TERCERA PARTE

ALUMBRADO ELÉCTRICO

CAPÍTULO PRIMERO

LAS LÁMPARAS DE ARCO

Humphry Davy, profesor del Instituto real de Londres, había hecho construír en 1813 una pila de Volta, zinc, cobre, agua acidulada, de 2.000 elementos, para proseguir con ella sus investigaciones sobre las acciones químicas de la corriente.

Había fijado en cada uno de los hilos metálicos terminados en su pila un pedazo de carbón vegetal apagado en el mercurio, y luego los había aproximado; brotó de repente un surtidor luminoso de vivísimo brillo, el cual persistió aún después de alejados los carbones á una distancia de diez centímetros el uno del otro; pero el resplandor lumínico afectaba en ese momento una forma encorvada. Davy dió el nombre de *arco eléctrico* á este fenómeno. La luz eléctrica estaba descubierta.

En nuestros días se utiliza cada vez más el arco

eléctrico de Davy, pero se han abandonado las pilas de Volta y el carbón de encina. La corriente se produce más económicamente por las dinamos, y por otra parte se ha substituído el carbón de encina por el de filtrar quo es menos resistente.

Los conductores entre los cuales brilla la luz suelen estar dispuestos verticalmente; deben ser móviles, para encender más fácilmente el arco por su aproximación ó alejamiento, como asimismo para contener el desgaste de los carbones, que se produce fatalmente como natural efecto de la combustión.

La luz no es debida al arco, aunque nos sintamos tentados á creerlo, sino á la incandescencia de los carbones elevados á una alta temperatura al paso de la corriente.

Con la corriente continua se observa un desgaste dos veces más rápido del carbón positivo que del negativo, razón por la cual se ha elegido este último de sección una mitad menor; además, el carbón positivo se usa en forma de *cráter*, y esto es lo que produce una parte de la luz, mientras que el carbón negativo se usa en punta y alumbra poco. Por estas razones se obtendrá un alumbrado muy bueno disponiendo los carbones de las lámparas en arco de manera que esté el positivo en alto y el negativo en bajo. El cráter, como forma reflector, mandará toda su luz hacia el suelo, produciendo un excelente alumbrado.

Para mantener la fijeza de la luz é impedir la extinción que pudiera producirse por el consumo de los carbones, conviene mantenerlos á una distancia comedida, sea con la mano ó con la ayuda de reguladores que produzcan la aproximación de una manera auto-

mática más ó menos perfecta, más ó menos económica.

Reguladores. — Más de 5.000 privilegios de invención han sido hasta hoy concedidos por diversidad de mecanismos de lámparas de arco; nosotros nos limitaremos á dar aquí el principio general de todas estas lámparas.

Consideremos dos carbones suspendidos de los extremos de un cordón de seda pasando sobre una polea muy móvil (fig. 85). Supongamos el carbón superior coronado por un trozo cónico de hierro penetrando en una bobina de hilo de cobre recubierto de algodón, bastante grueso, para soportar la corriente de la lámpara.

Bajo la acción del peso de dicho trozo de hierro, el carbón superior, el más pesado de los dos, descenderá arrastrando consigo el cordón, y el carbón inferior ascenderá, continuando el movimiento hasta que ambos carbones se hayan puesto en contacto.

Enlacemos el carbón superior al extremo del hilo de la bobina por un pequeño cable; pongamos el carbón inferior en comunicación con los polos de una pila, de una batería de acumuladores ó de una máquina que rinda 50 voltios á lo menos. El segundo polo de la fuente quedará reunido al otro cabo del hilo de la bobina.

Cerrado el circuito, la bobina atraerá el núcleo de hierro y los carbones se apartarán, brotando inmediatamente el arco y alumbrando. Á medida que los carbones se gasten, aumentará la resistencia del circuito por consecuencia de su apartamiento, la corriente menguará en intensidad y con ella la atracción del hierro dulce. La bobina dejará bajar con lentitud el

pedazo de hierro y los carbones se aproximarán. Estos movimientos, imperceptibles á la vista en una lámpara bien construída, continuarán mientras duren los carbones sin consumir, y se habrá realizado un regulador absolutamente automático.

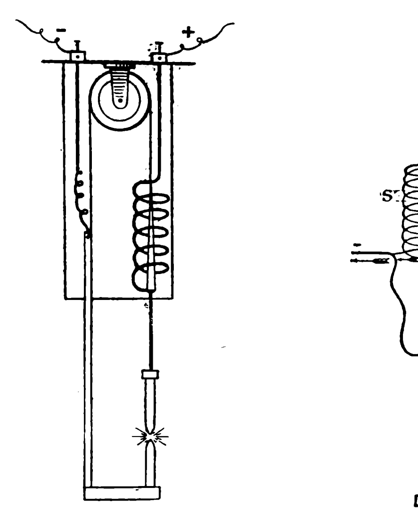


Fig. 85. — Lámpara de arco simple.

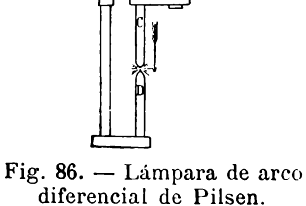


Fig. 86. — Lámpara de arco diferencial de Pilsen.

En la práctica se hace el funcionamiento más seguro todavía por la adición de una bobina de hilo que atraerá un trozo de hierro colocado sobre el soporte del carbón inferior. Esta bobina está unida á los dos carbones, como lo indica la figura 86 (lámpara Pilsen); su misión es: añadir su acción á la de la bobina serie, facilitar el alumbrado cuando los carbones no se tocan y, sobre todo, permitir el funcionamiento regular y el emparejamiento con una segunda lámpara de arco,

tal como se hace en general en las canalizaciones de las ciudades mercantiles, á 110 voltios.

Clasificación de las lámparas de arco. — Lo más frecuente es que el arreglo de los carbones se produzca:

1.° Por la *intensidad* misma de la corriente (primer tipo descripto).

2.° Por la *diferencia de potencial.* El electro-imán de reglaje revestido de hilo fino arrollado, se establece en derivación sobre los bornes de la lámpara ó de los carbones (2.° tipo descripto, del que se haya quitado la bobina de hilo grueso).

3.° Por *acción diferencial* (2.° tipo descripto, con sus dos bobinas). El reglaje tiende á mantener cierto equilibrio entre los dos factores de circulación eléctrica: intensidad de la corriente y diferencia de potencial; obra desde que uno ú otro de estos elementos tiende á decrecer ó á hacerse predominante.

4.° *Reguladores diversos.* — Existe, por último, cierto número de aparatos fundados en acciones diferentes y de difícil clasificación. Los unos aproximan los carbones á intervalos de tiempo regulares, cada minuto ó cada medio minuto; los otros mantienen una distancia geométricamente constante (bujías eléctricas); estos últimos aparatos ya están hoy abandonados.

Los reguladores que se encuentra más á menudo pertenecen á la segunda y á la tercera categoría; es decir que son de una sola bobina de hilo fino, ó á la vez de una de hilo fino y otra de hilo grueso.

En cuanto á sus disposiciones mecánicas, varían hasta lo infinito, y la fecundidad de los inventores es en este punto inagotable; díganlo, si no, los millares

de privilegios pedidos hasta ahora por lámparas de arco. Engranajes, cordeletas, resortes, pesos-motores, electroimanes de todas las formas, frenos, empalmes mecánicos, hasta motores eléctricos, todo ha sido empleado ó propuesto; una clasificación basada en esos caracteres, sobre ser interminable, carecería de interés.

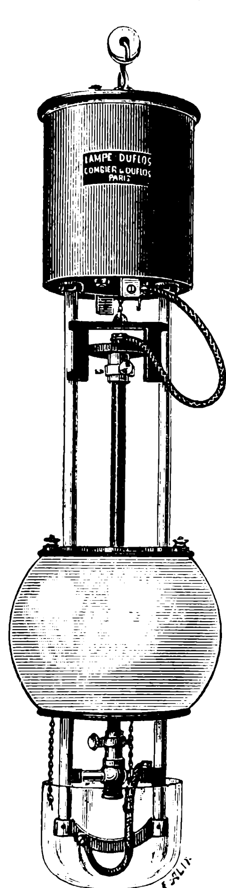


Fig. 87. — Vista exterior de una lámpara de arco.

Carbones para lámparas de arco. — Hemos visto que los crayones de las lámparas de arco están constituídos por varas de carbón 'análogas, por la fabricación y la estructura, á las láminas cárbonicas empleadas en las pilas.

La industria fabrica carbones aglomerados de todas las formas, suficientemente conductores para ser empleados en los aparatos eléctricos.

Se llega á tal resultado tomando carbones extraídos de las fábricas de gas, que se reducen á finísimo polvo; se le mezcla con alquitrán de pura brea, etcétera, y se amolda la pasta en una prensa hidráulica, dándole la forma que se desea (crayones para lámparas, placas ó cilindros para pilas). Los objetos así obtenidos se

cuecen á alta temperatura (1.200°) durante varios días en hornos apropiados.

Se saca una materia dura de sonido metálico, buena conductora de la electricidad, conservando su forma primitiva de crayón ó placa; es inmediatamente utilizable.

El carbón de *mecha*, ó carbón cuyo centro lo constituye un alma de materia combustible menos densa, conteniendo diversas sales (boratos, etc.), da una luz más fija que los carbones llenos, y mantienen el arco en el centro de los mismos; sólo se le emplea para los carbones positivos, pues los negativos son casi siempre homogéneos.

Se da generalmente á las lámparas de arco la forma de la figura 87.

El mecanismo está alojado en un bote cilíndrico cerrado, que ocupa la parte superior; los carbones se mueven verticalmente, desplazándose entre dos guías.

Por último, completan el aparato un globo despulimentado y un cenicero; este último es indispensable, pues evita que las partículas de carbón incandescente caigan sobre las personas ú objetos que estén debajo.

Montaje de lámparas de arco. — Generalmente se montan las lámparas de arco sobre canalizaciones que funcionan, por regla general, á 110 voltios. Cada lámpara exige solamente 50 voltios, y como se montan de dos en dos, quedan 10 voltios disponibles, que se absorben en un *rheostato* análogo al que hemos descrito precedentemente y que sirve al mismo tiempo de regulador. Este sistema de montaje es mucho más económico que el de ciertas lámparas de arco que se montan directamente sobre la canalización de 110 voltios.

9.

CAPÍTULO II

LÁMPARAS INCANDESCENTES

La luz por incandescencia es producida por el calentamiento de un cuerpo refractario, atravesado por la corriente eléctrica.

Hemos visto que un hilo, sea cual fuere, ofrece al paso de la corriente alguna resistencia; si es demasiado fino y constituído por una materia mala conductora, la resistencia será muy elevada relativamente á la del resto del circuito y podrá llegar al rojo blanco.

Tal es el principio de los encendedores en espiral de platino, de que hemos hablado antes de ahora, hoy abandonados.

Se ha ensayado, por cierto sin fortuna, aplicar el platino á la producción del alumbrado por incandescencia, pero el inconveniente capital resultante del empleo de este cuerpo, es el que sigue :

Si la temperatura es poco elevada, el poder luminoso es débil y el rendimiento mediocre; si se mejoran las condiciones elevando la temperatura, el menor aumento insólito de la corriente produce la

fusión del cuerpo incandescente y se apaga la lámpara.

El platino ha sido reemplazado por el carbón, que es de más fácil empleo y más barato.

Cuando en 1879 anunció Edison que acababa de inventar una especie de lámpara incombustible, por decirlo así, la que podía durar muchos meses sin deteriorarse, el mundo sabio se mantuvo reservado hasta ver una prueba concluyente. La desconfianza desapareció ante los resultados obtenidos, y en presencia de otras lámparas incandescentes inventadas poco después que la de Edison. Fué necesario rendirse á la evidencia y comprender que el alumbrado eléctrico iba á entrar en una nueva fase.

En una pequeña ampolla de cristal del tamaño de un huevo, de la que previamente se ha extraído el aire, pone Edison un filamento de bambú del Japón, carbonizado y retorcido en forma de herradura. Las extremidades se sueldan á dos hilos de platino que salen del vaso y comunican con la canalización eléctrica.

Al pasar la corriente á través del filamento de bambú, éste se enrojece, tornándose incandescente é iluminando la ampolla.

En la lámpara de Swan, el bambú fué substituído por un hilo de algodón previamente sumergido en ácido sulfúrico y luego carbonizado; este filamento afectaba la forma de una hebilla. En la lámpara Maxim se ha empleado simplemente el bristol pasado por el horno, etc.

La lámpara incandescente moderna. — En nuestros días, los fabricantes de lámparas incandescentes

preparan con diversos productos de origen vegetal una especie de melaza espesa muy homogénea. Con el auxilio de unas hebras muy finas se obtienen hilos de diversos diámetros y de longitud variable, que se secan al aire y después se arrollan en moldes especiales, en forma de O. La base del cilindro se moja en parafina, y el efecto es mantener aglutinadas las diversas capas de hilo. Valiéndose de un cortaplumas se cortan todos esos hilos siguiendo el eje del cilindro, lo que dará á los filamentos la forma de U bien conocida, sin perjuicio de dejarlos aplicados al cilindro, y esto gracias á la parafina. La operación tiene por finalidad que el hilo se contraiga libremente durante la cocción.

Seguidamente se introducen los moldes recubiertos de filamentos en un crisol de plombagina, y se acaba de llenar y de colmar los intersticios con polvo de carbón; los crisoles son llevados á un horno que se eleva durante ocho ó diez horas hasta 600°; se calienta después al rojo vivo durante cinco ó seis horas, y se termina por un período al rojo blanco á 1.400 grados.

Una vez enfriados los filamentos, se mide su diámetro al micrómetro, se les califica según su espesor y se los corta en longitudes convenientes.

La más importante de todas es la operación final, la *nutrición;* en efecto, si después de la cocción se intenta poner al rojo un filamento por el paso de la corriente, se ve que ciertas partes han llegado al rojo blanco mientras que otras apenas si han enrojecido; esto consiste en que el diámetro no es uniforme; además, la superficie es rugosa y es muy frágil.

Consiste la operación que hemos llamado « nutri-

ción » en someter los filamentos á la acción de los vapores de petróleo mientras se les lleva á la incandescencia por medio de la corriente. Sucede entonces un fenómeno curioso : el carburo en vapor está descompuesto, y el carbono puro se deposita en las partes más brillantes del filamento, aumentando así su diámetro. Por una permanencia prolongada en dichos vapores el filamento adquiere un brillo uniforme, indicando así que el diámetro es rigurosamente el mismo en toda su longitud; la superficie, además, se pone brillante y es más fuerte.

El filamento queda terminado; no falta más que ponerlo al abrigo del aire, en el cual ardería en el momento de su incandescencia por la corriente.

El soplador de vidrio toma un tubo de cristal y suelda en el fondo dos pequeños hilos de platino; estos hilos van á servir para traer la corriente al filamento á través de la ampolla. Se ha escogido el platino porque fácilmente puede soldarse al vidrio, siendo sensiblemente él mismo, en ambos cuerpos, el coeficiente de dilatación. Resulta de ello que las variaciones de temperatura no tienen influencia alguna sobre la soldadura que se rompe con cualquiera otro metal.

El filamento de carbón se reune á los hilos de platino por medio de una pasta de carbón; se la deja secar y se aumenta la adherencia, llevando la soldadura hasta la incandescencia en una atmósfera de gas de alumbrado.

La lámpara se termina por un tubo desfilado con el cual se hace el vacío; se empieza á extraer el aire con máquinas pneumáticas y se acaba con trompas de mercurio ó valiéndose del procedimiento *Malignani*.

Dependiendo en mucho la vida de una lampara de la manera como se ha hecho el vacío, interesa extremarlo cuanto se pueda; las trompas de mercurio dan buen resultado, pero el procedimiento químico de Malignani lo da todavía mejor, pues se llega más pronto á un vacío perfecto.

Vamos á tomar de la *Industria eléctrica*, del 25 de junio de 1900, la descripción de este procedimento sencillo y elegante.

Se hace un vacío parcial por medio de una bomba de aire, y luego se completa el vacío por una acción química. El producto preparado á este efecto, en general de fósforo rojo, se emplea en forma de pasta bastante líquida que se introduce con un hilo de acero, guarnecido de algodón en rama en la punta, en el tubo desfilado de la lámpara. El vacío parcial realizado por la bomba debe llegar á 1 milímetro de mercurio; en tal momento se quita la bomba, y luego se calienta el fósforo, cuyos vapores absorben el oxígeno restante en la ampolla, dando así un vacío casi perfecto.

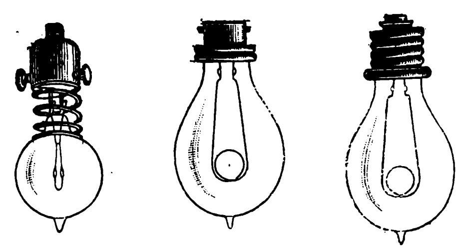
El tubo que termina la ampolla es estirado y no se deja subsistir más que una pequeña punta.

Las pequeñísimas lámparas incandescentes de aficionado, que marchan á 2 ó 3 voltios, no tienen culote; lo que se hace es amarrar los hilos conductores de la corriente á los dos hilos de platino de la ampolla encorvados en forma de anillo.

Las lámparas industriales, más gruesas y más robustas, se hallan provistas de una armadura que puede ser *de tornillo*, sistema Edison, ó *de bayoneta*.

En ambos sistemas los hilos de platino son prolon-

gados por hilos de cobre más ligeros y, sobre todo, menos caros; estos hilos son tomados en un cilindro de yeso, amoldado á un tubo, tallado exteriormente en forma de tornillo. Uno de estos hilos está soldado al referido tubo, el otro á una masa de cobre colocada en el centro (cartucho Edison ó de tornillo).



Figs. 88, 89 y 90.— Lámparas incandescentes.

La montura de bayoneta es análoga : los hilos de cobre son enterrados en un yeso fino (1) mantenido por un cartucho cilíndrico de latón, pero terminando en dos placas metálicas, las cuales emergen de la superficie del yeso. Estas dos piezas serán utilizadas para que comuniquen las extremidades del filamento con los hilos de la canalización, gracias á un empalme especial.

Lámparas Nernst. — Después de 1900 se ha descubierto una nueva lámpara en la que el vacío no es necesario. Como el mechero Auer, descansa sobre la propiedad que tienen ciertos óxidos de emitir poderosos rayos de luz cuando están suficientemente calentados. En la lámpara Nernst, la corriente calienta

(1) Empléase, en lugar del yeso, un cemento á base de óxidos metálicos, extremadamente duro y sólido (lámparas Larnaude).

un cuadradillo recubierto de estos óxidos, dispuestos de un modo muy ingenioso.

Soporte de las lámparas.

El soporte inmediato de la lámpara es el mango hueco, al que hemos dado el nombre de cartucho; éste á su vez puede ponerse encima de toda clase de aparatos de alumbrado.

Se encuentran en el comercio tres clases de soportes : el cartucho ó mango hueco de tornillo sistema Edison, el llamado de bayoneta y los de ojetes de las pequeñas lámparas de aficionado.

1.° **Mango de tornillo.** — Se compone de un tubo en el que puede atornillarse el culote de una lámpara género Edison y tomar contacto con él.

Este tubo tiene una abertura al costado para permitir el paso de una hoja formando resorte, sobre la cual se apoya la masa central de cobre de la lámpara; el todo está montado sobre un pequeño aislador que puede atornillarse á los aparatos de alumbrado (apliques, arañas, etc.)

Los hilos conductores de la corriente se hallan unidos, el uno á la hoja ó lámina elástica, el otro al tubo; comunican, pues, con los dos extremos del filamento.

2.° **Mango de bayoneta.** — Es un tubo metálico, en el cual se ajusta, á estilo de bayoneta, el culote de la lámpara incandescente; contiene dos pequeños pistones de resorte, cuidadosamente aislados sobre un

disco de porcelana. El todo está montado de tal suerte que, cuando la lámpara se halla en su sitio, los dos pistones aprietan cada cual una de las piezas metálicas, emergiendo de la superficie de yeso del culote.

Los dos hilos que conducen la corriente, puestos en relación con los dos pistones, encienden la lámpara Se puede quitar y poner la lámpara fácil y rápidamente, aunque esté en marcha, volviéndola un poco para desprenderla.

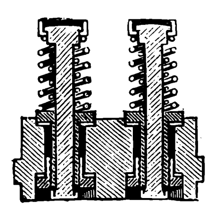


Fig. 91. — Corte de un mango bayoneta.

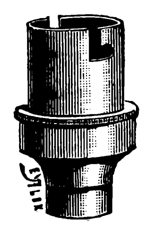


Fig. 92. — Vista exterior de un mango bayoneta.

Este mango ó cartucho es en el día de uso general.

Su montaje es bastante fácil; no obstante, será preçiso en el caso de hilos ligeros de varios conductores, ó torcerlos bien ó apretarlos contra los pistones; sucede á menudo, en efecto, que hilos pertenecientes á diferentes polos llegan á tocarse creando un cortacircuito. La lámpara se apaga si es alimentada por pilas, pero si nos encontramos en una red de alumbrado que reciba la corriente de una máquina ó de una batería de acumuladores, puede haber deterioro del cartucho, fusión de los conductores y algunas veces... quemadura del operador.

Ciertos mangos (fig. 93) puedena pagar y encender la lámpara por medio de una llave.

3.° **Soporte de ojetes.** — Estos soportes se usan en las pequeñas lámparas terminadas en dos hilos de platino encorvados en ojete, y están constituídas por un pequeño cilindro de madera con dos corchetes de latón, en relación con dos bornes puestos al lado (fig. 88).

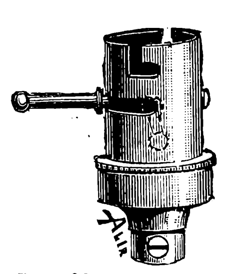


Fig. 93. — Mango de llave.

La lámpara es colgada por sus ojetes; un resorte de salchicha la mantiene en su sitio y le impide desprenderse. Los dos hilos de la pila se atan á los dos bornes. El montaje es fácil, pero suele suceder que los ojales se rompan cerca del vaso y la lámpara quede inútil.

Condiciones de funcionamiento de las lámparas incandescentes. — Indicaremos algunas cifras concernientes al funcionamiento de las lámparas de incandescencia, datos que serán muy provechosos para la instalación del alumbrado eléctrico en las casas.

Admítese para las lámparas industriales un consumo de 3 watts por bujía próximamente, lo que quiere decir que una lámpara de 10 bujías, por ejemplo, absorbe 30 watts, una lámpara de 16 bujias 16 × 3 = 48 watts. Al cabo de una hora de funcionamiento la primera lámpara habrá consumido 50 watts-horas, ó 0,3 hectowatt-hora, y la segunda 30 watts-horas ó 0,5 hectowatt-hora, aproximadamente.

El precio de la energía vendida por las fábricas ó

sectores eléctricos es aproximadamente de 0,10 fr. por hectowatt-hora. Por consiguiente nuestras lámparas ardiendo una hora costarán :

0,03 fr. por cada lámpara-hora de 10 bujías
0,05 fr. — — de 16 bujías

Bastará pues recordar que, cuando la energía es dada por un sector ó una compañía de electricidad, el precio del alumbrado resulta á *5 céntimos* por lámpara de *16 bujías y por hora*, en cifras aproximadas.

Con los grupos electrógenos, según veremos pocas páginas más adelante, el alumbrado resulta un poco más barato, pero hay el fastidio de tener que asegurarlo uno mismo. Con las pilas, el precio es casi prohibitivo ; nos abstenemos de darlo para no desanimar á nadie; y por otra parte, estos generadores no convienen más que á pequeñas instalaciones de aficionado, en las cuales no se utilizan más que débiles potencias.

Las lámparas industriales marchan á 100 ó 110 voltios, y se hacen de todas las formas y de toda intensidad luminosa, desde 5 hasta 50 bujías ; la corriente que absorben depende naturalmente de su potencia, bastándonos recordar que la lámpara de 10 bujías necesita en esas condiciones una corriente de 0,3 de amperio y la lámpara de 16 bujías una corriente de 0,5 de amperio. Un grupo electrógeno de 3 caballos de Dion y Bouton, da 20 amperios par 110 voltios, de modo que podemos alumbrar $\frac{20}{0,5} = 40$ lámparas de 16 bujías.

CAPÍTULO III

EL ALUMBRADO ELÉCTRICO EN LA CASA

Después de tener en casa timbres y alumbradores eléctricos, ¿quién no querrá tener también un alumbrado eléctrico más ó menos modesto?

La fuente de electricidad que buscaremos dependerá en mucho del resultado que queramos obtener: si no se trata más que de una lamparita encendida unos cuantos minutos cada día, habremos de tomar sencillamente pilas Leclanché de saco. Si el alumbrado se ha de prolongar más de una hora, entonces recurriremos á pequeños acumuladores cargados por pilas Leclanché, ó bien á pilas de bicromato, de empleo menos cómodo, pero que duran mucho tiempo. Y en fin, para poner en acción varias lámparas que marchen á la vez 4 ó 5 horas al día, nos serviremos de acumuladores cargados por pilas de bicromato; por ejemplo, una pila constante doméstica Radiguet.

Indicaremos igualmente cómo se puede asegurar el alumbrado de una villa ó de un *château* situados lejos de toda fábrica eléctrica, gracias á la instalación

de un pequeño grupo electrógeno, cargando en la jornada una batería de acumuladores.

1.° **Alumbrado intermitente.** — Supongamos que se necesita alumbrar, algunos instantes solamente, el cuadrante de un reloj ó de una péndola. Nada tendremos que cambiar en nuestra instalación de sonerías, si es que la tenemos, salvo procurarnos si acaso unas pilas Leclanché de vaso poroso y saco, de corriente más intensa que los vasos porosos ordinarios.

Ataremos dos hilos gruesos á esta pila (diámetro 11 décimas de milímetro, aproximadamente), y los haremos llegar á la lámpara que ha de encenderse; escogeremos para eso lamparitas de dos, si no tenemos más que dos elementos, 3 voltios para elementos, etc., y tendremos durante *algunos instantes* una luz suficiente para distinguir la hora de noche. Por supuesto, hemos de intercalar en el circuito un botón y hasta una pera, á fin de no encender la lámpara y por consiguiente no hacer trabajar la pila más que los pocos segundos necesarios.

No debemos olvidar, en efecto, que la pila Leclanché es la pila doméstica por excelencia, no necesitando más que un débil entretenimiento, pero no pudiendo proporcionarnos tampoco un trabajo prolongado; exige á menudo largos reposos para tomar aliento, por decirlo así, y no debemos prodigarla.

Con elementos Leclanché de saco *grán modelo* como se construyen hoy, la experiencia ha demostrado que se puede encender una hora cada día una pequeña lámpara que consuma medio amperio; se ha podido prolongar la experiencia durante más de tres meses sin menoscabo alguno de la pila.

2.º **Alumbrado por pila Leclanché y acumuladores.** — Podría parecer temerario á primera vista el escoger la pila Leclanché para cargar acumuladores; no es así, como lo vamos á ver.

Se recordará que la fuerza electromotriz de la pila Leclanché disminuye á medida que suministra corriente, inconveniente debido á la *polarización*. Igualmente sabemos que si la pila deja de suministrar, su fuerza electromotriz vuelve otra vez á su valor inicial, que es de 1,5 voltios á 1,4 voltios.

El acumulador Planté ó sus derivados presentan, cuando se les carga, este mismo fenómeno, pero en sentido inverso, es decir, que la fuerza electromotriz crece con la duración de la corriente de carga; de 2 voltios puede llegar á 2,5 voltios.

Asociemos estos dos aparatos y van á concordar admirablemente. Si tomamos, por ejemplo, 3 elementos Leclanché, acoplados en tensión, dispondremos de $3 \times 1,5$ voltios $=$ 4,5 voltios.

Reunamos el polo positivo de esta pila con el polo positivo de una batería de dos acumuladores, montados también éstos en tensión; religuemos los polos negativos y examinemos lo que va á pasar.

Nuestros acumuladores no nos dan más que 2 voltios por elemento, ó sea 4 voltios por la batería, dando la pila el máximum de fuerza motriz, ó sea 4,5 voltios, y pasará una corriente de carga á través de los acumuladores.

El efecto de esta corriente será aumentar la fuerza electromotriz de los acumuladores y hacer disminuir la de la pila, continuando la carga hasta que haya equilibrio; en tal momento los elementos no distarán de estar cargados y darán 2,2 voltios aproximadamente.

Si se toma corriente sobre la batería para encender la lámpara, por ejemplo, es claro que los elementos se descargarán poco á poco, la pila suministrará corriente y la recarga continuará, aunque la lámpara esté apagada, hasta que el equilibrio de las fuerzas electromotrices quede restablecido.

Este sistema permitirá *regularizar* la corriente de las pilas Leclanché y no exigirá ningún cuidado; la práctica demuestra qne da buenos resultados, con la condicion, empero, de que los acumuladores sean proporcionados en dimensiones á los elementos Leclanché que sirven para recargarlos.

En la práctica pueden tomarse 3 elementos de saco gran modelo y 2 pequeños acumuladores de los que sirven para los motores de coches automóviles (fig. 43). La pila, una vez montada, será unida á los dos acumuladores por los polos del mismo nombre, pudiendo ponerse el conjunto en una caja y no exigiendo ningún entretenimiento durante un mes ó dos; pasado este tiempo, sobre todo si el acumulador ha trabajado mucho, se renovará la pila ó se añadirá un elemento más.

Conviene este sistema, particularmente, para todas las aplicaciones que necesitan una corriente muy intensa y de corta duración; por ejemplo, para poner en acción las bobinas de Ruhmkorff para los rayos X ó la telegrafía sin hilos, para hacer funcionar termo-cauterios en los gabinetes de los médicos y, por último, y esta es su gran misión, para alimentar una ó varias lamparitas incandescentes. Se tendrá la ventaja, sobre las pilas de bicromato empleadas á menudo para estas aplicaciones, de no tener que bajar ni subir los zincs de los elementos, pues los

acumuladores están siempre dispuestos á servir.

3.° **Alumbrado continuo por pilas al bicromato.** — La pila bicromato Radiguet goza de la gran ventaja, respecto de las pilas similares, de que puede permanecer montada, sin desgaste apreciable, á circuito abierto; y como además la corriente que suministra es muy constante, resulta ser la pila que mejor conviene para las aplicaciones de larga duración, tales como alumbrado de una lámpara por espacio de cuatro ó cinco horas cada día.

Se recomienda emplear 6 elementos montados en tensión, que serán instalados en un sótano ó debajo de un cobertizo, donde sin inconveniente pueden hacerse las manipulaciones de ácidio sulfúrico y de bicromato de potasa.

Los locales que han de ser alumbrados se enlazarán á la pila por medio de una línea de dos hilos, que se tomarán suficientemente gruesos para que las pérdidas no sean sensibles (2 milímetros de diámetro), y las lámparas se pondrán entre ambos hilos. Se observarán, para situar estas canalizaciones, todas las precauciones que se toman en casos parecidos, las cuales están resumidas en el capítulo consagrado especialmente á las instalaciones.

El alumbrado por medio de la pila al bicromato será de una constancia perfecta, bastando el darle vuelta á un botón ú oprimir sobre una pera, cuando se quiera tener inmediatamente luz; pero no debe olvidarse que la pila exige tanto más entretenimiento cuanto mayor sea la duración del alumbrado. La solución de bicromato de potasa puede dar, efectivamente, 50 horas de alumbrado con una pequeña

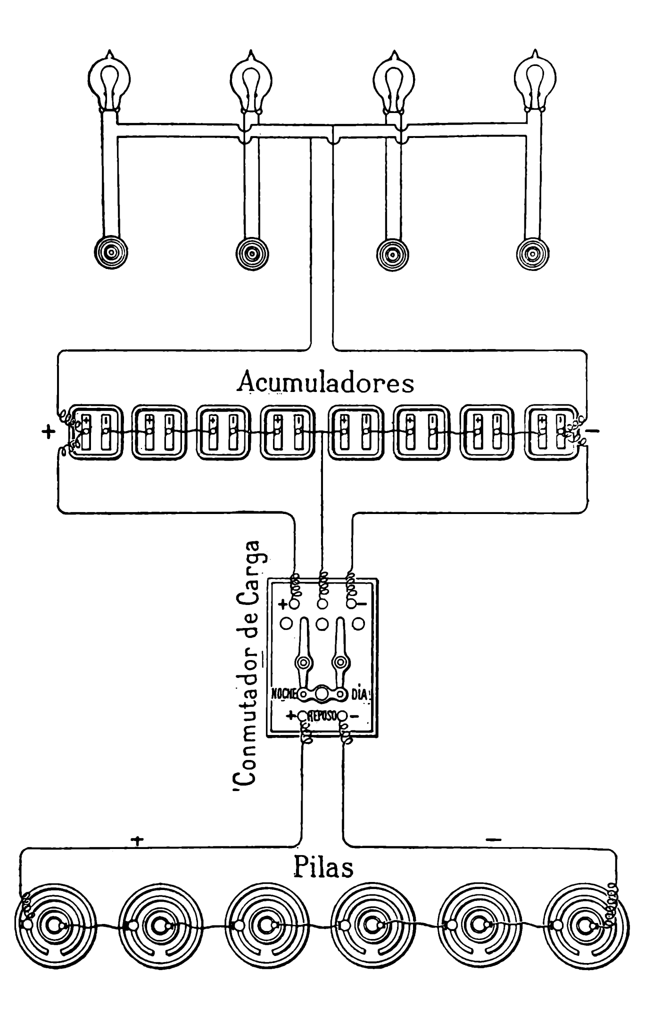


Fig. 94. — Esquema de una instalación de alumbrado por pilas y acumuladores.

lámpara de 4 bujías y 9 voltios; pasado ese tiempo queda agotado completamente el líquido y debe ser renovado. El agua acidulada de los vasos porosos debe ser cambiada más frecuentemente, no debiendo contarse con hacerla servir más que de 10 á 12 horas.

Bien que la fuerza electromotriz media de cada elemento de pila al bicromato sea de 2 voltios, no se habrá de calcular en las instalaciones según este valor para deducir las constantes de las lámparas, pues son modificadas por la resistencia del circuito á causa de la longitud variable de hilo que se emplea. Por esta razón se calcula habitualmente 1,5 voltios por elemento, á no ser que las lámparas se encuentren colocadas enteramente al lado de la pila.

Para una batería de 6 elementos, por ejemplo, se tomarán lámparas de 9 voltios:

$$1,5 \times 6 = 9 \text{ voltios.}$$

Las pilas constantes Radiguet surten directamente el alumbrado *contínuo* de una lámpara, si bien los acumuladores son indispensables cuando varias lámparas deben ser encendidas simultáneamente.

4.° **Alumbrado por pilas de bicromato y acumuladores.** — Examinemos el caso de un aficionado que deseara tener 4 lámparas incandescentes de 7 bujías cada una, funcionando juntas de 4 á 5 horas cada noche, ó bien un dentista ó un médico que quisieran servirse de lamparitas minúsculas para reconocer por dentro la garganta, poner al rojo los termo-cauterios ó poner en marcha bobinas ó máquinas especiales para la aplicación de corrientes eléctricas á los enfermos.

Tomaremos una batería de 8 acumuladores de 5 kilogramos cada uno, los montaremos en tensión como lo representa el dibujo, y á los polos extremos ataremos los hilos de la canalización de nuestras 4 lámparas de 15 voltios y 7 bujías, ó bien nuestros aparatos médicos (fig. 94).

Para cargar nuestra batería no emplearemos más que 6 elementos de pila Radiguet al bicromato, en lugar de 12, que serían necesarios para cargar á la vez la totalidad de los acumuladores. Reduciendo el número á 6, resulta más fácil el entretenimiento con el mismo provecho, gracias á una simple maniobra de conmutador.

Entre los acumuladores 4° y 5° soldaremos un hilo que irá á parar, así como los dos hilos extremos, á los tres bornes de un conmutador especial de dos manetas hechas solidarias.

La pila de seis elementos será unida á cada una de las dos manetas y se podrá, gracias á esta disposición, enviar la corriente de carga, ya sobre una mitad de la batería de acumuladores, ya sobre la otra.

En la plancheta del conmutador se encuentran dos etiquetas : « noche », « día » ; se habrá de tener cuidado todas las mañanas y todas las noches de impulsar las manetas hacia la indicación correspondiente, de modo que las dos mitades de la batería se recargarán todos los días igualmente.

Puede suceder, sin embargo, que la batería no se descargue todos los días, lo que pronto se conocerá en el hervor abundante de los acumuladores, y en tal caso, bueno será detener la carga, pues se gastaría la pila en pura pérdida.

Un excelente indicio del fin de la carga lo proporciona el densímetro ó el pesa-ácido, bastando hacerse indicar por el constructor de los acumuladores el grado que debe marcar el ácido cuando la carga está completa; en seguida nos daremos cuenta de si está cerca ó lejos el fin de esta operación. El aparato mismo durante la descarga nos dirá igualmente qué cantidad de electricidad queda aún disponible.

5.° **Alumbrado por la máquina dinamo y acumuladores.** — El alumbrado por pilas dará buenos resultados para las pequeñas aplicaciones que acabamos de señalar, pero no debe perderse de vista que resulta *demasiado caro.* Siendo el combustible el zinc, al cual agregaremos el depolarizador, bicromato de soda ó de potasa, ambos sobrado costosos, fácil es comprender, aun sin hacer cálculo alguno, la suma de gastos que traen consigo estas manipulaciones.

Cuando la instalación es de alguna importancia, lo ventajoso es emplear pequeños grupos electrógenos, compuestos de un motor de alcohol ó de esencia de petróleo, del tipo de los empleados para los automóviles, conjuntamente con una máquina dinamo.

Hemos descripto aquí mismo uno de esos grupos, hoy bastante divulgados, porque pueden ponerse en manos de cualquiera. Se pone en marcha de una manera muy sencilla, igual que los motores de carruajes : el carburador en regla se impone al árbol unas cuantas vueltas de rotación con una manivela, se producen las explosiones y el motor adquiere su

velocidad; la dinamo se excita y las lámparas se encienden.

Bueno es hacer observar que la luz así producida directamente, suele experimenta una serie de oscilaciones muy desagradables á la vista; provienen de la impulsión motriz de las explosiones, siendo por lo tanto preferible, si se quiere una luz perfecta, servirse del grupo electrógeno como fuente de electricidad para cargar una batería de acumuladores. La batería se utilizará para el alumbrado, sola también ó durante la carga.

En general, será más ventajoso cargar la batería durante la jornada, maniobra que puede confiársele á cualquiera, á un jardinero, por ejemplo, y llegada la noche estarán listos los acumuladores para dar la luz que se les pida. Por supuesto, se cargará en proporción á la cantidad perdida la víspera, asegurándose para esto del estado de carga con el voltiómetro y el densímetro, y haciendo funcionar la dinamo hasta que se produzca el hervor final y el aerómetro indique la vuelta al valor normal de la densidad del ácido.

Instalación de un grupo electrógeno. — Se escogerá un cobertizo ó un local bastante lejano de toda habitación, para que no incomoden el ruído ó las trepidaciones de la máquina.

Se hará establecer sobre el suelo, esmeradamente betunado en aquel sitio, un macizo de ladrillo ó de cantería sobre el cual repose el grupo electrógeno. Para que sea la vigilancia más fácil, conviene elevarlo hasta 50 ó 70 centímetros sobre el piso de la sala. Fijada que sea la máquina por medio de pernos, si se temen las vibraciones, podrán interponerse plan-

chas de caucho entre el zócalo de fundición y el macizo de cantería ó de ladrillo, pero esto no suele ser necesario.

Se montará seguidamente la tubería del motor de petróleo ó de alcohol, y el reboso irá á parar á un recipiente cerrado, y desde allí, los gases quemados serán evacuados yendo á la atmósfera por un tubo formando chimenea.

Estará fijado al muro un recipiente de esencia ó de alcohol; un tubo lo unirá al carburador del motor; finalmente, la bobina de encender y las pilas se fijarán en una tableta no lejos del grupo y enlazadas con éste por hilos aislados.

El cilindro del motor se caldea durante la marcha por efecto de los explosiones y es preciso refrescarlo. Esto se consigue como en los carruajes automóviles, estableciendo una circulación de agua. El cilindro se halla provisto, para ello, de una doble pared que le permite al agua circular, sirviendo los tubos para hacer una canalización.

Si no se posee distribución de agua, como en el campo ocurre con frecuencia, se instala un termo-sifón.

Un depósito de 300 ó de 400 litros se establecerá en el mismo local en que se encuentra establecido el grupo, y mejor en el techo, bastando sólo que su nivel sea más elevado que el cilindro del motor.

Tendrá dicho depósito dos agujeros, uno abajo y el otro á una altura de 10 centímetros, cada uno de ellos unido por un tubo á una de las aberturas del compartimento de circulación de agua. Lleno el depósito, el motor estará presto para funcionar.

Durante la marcha, el agua se calentará alrededor del cilindro, se hará más ligera y subirá por el tubo

que conduce á la parte superior del recipiente, á la vez que el agua fría bajará á refrescar el cilindro. Esta circulación enteramente automática podrá regularse por medio de un grifo ; conviene mucho no refrescar innecesariamente las paredes del cilindro, pues podría resentirse el rendimiento del motor.

El entretenimiento del termo-sifón se limitará á añadir de tiempo en tiempo algunos litros de agua, para reemplazar la consumida por evaporación ; ha de cuidarse principalmente de que la tubería superior del recipiente se halle recubierta, condición esencial para que se haga la circulación.

No insistiremos en la descripción del motor de petróleo, bien conocido da todos los que usan automóviles, porque eso nos llevaría demasiado lejos.

Examinaremos con más detalles la dinamo y sus accesorios, las maniobras que han de hacerse para ponerla en estado de funcionar y, por último, los desarreglos que pueden producirse.

Instalación eléctrica. — La dinamo generalmente empleada sobre los grupos electrógenos, se deriva más ó menos directamente de la máquina Gramme de corriente continua; en efecto, en ella volvemos á encontrar un anillo, un colector y escobetas.

El campo magnético tiene dos electro-imanes inductores excitados en derivación. Ya hemos visto que tal era el modo de enrollamiento preferible para las dinamos que sirven para la carga de acumuladores. Á menudo se intercala un rheostato en el circuito de los electro-imanes, una especie de regulador permitiendo hacer variar el campo mag-

nético, y por consecuencia la fuerza electromotriz de la dinamo.

En el caso de los grupos electrógenos, el rheostato no es absolutamente necesario, pues ya hemos visto, en efecto, que la fuerza electromotriz de una dinamo depende también de la velocidad de desplazamiento de los hilos del *induit*, bastándonos por o tanto modificar la rapidez del motor con el auxilio de la carburación, para tener la mayor ó menor fuerza motriz que creamos conveniente.

Por consiguiente, la primera simplificación es no emplear el rheostato, siendo unidos directamente á la dinamo los dos hilos del electro-imán inductor.

Pongamos nuestro motor en marcha; cuando haya alcanzado su velocidad, ó sea 1.400 vueltas aproximadamente por minuto, la dinamo se excitará; para que podamos darnos cuenta de ello, basta poner una lámpara incandescente de 100 á 110 voltios en relación con las escobillas y en el acto la veremos encenderse.

Perturbaciones. — Si la dinamo no funciona bien, deberá asegurarse de

1.° Que los hilos están bien apretados en los bordes y bien limpios.

2.° Que las escobillas estén sobre la línea neutra, situada generalmente enfrente del intervalo que separa las piezas polares de la dinamo.

3.° Que el colector esté bien limpio y que las escobillas se apoyen regularmente en toda la superficie, y si esto no sucede así, se pasará un poco de *papel de vidrio*, nunca papel de esmeril (1), sobre la

(1) Algunas veces el papel de esméril contiene granos que se interponen entre las láminas y suprimen el aislamiento, cosa que nunca sucede con el papel de vidrio.

superficie del colector mientras funcione la máquina, y se recortarán las escobillas.

4.° Que los hilos de los electro imanes inductores no ofrezcan solución de continuidad, asegurándose del paso de la corriente con una pila y un galvanóscopo pequeño, y

5.° Que los hilos que van desde los inductores á las escobillas no estén invertidos, bastando algunas veces cambiarles de punto para que la dinamo funcione.

Instalación. — Podríamos, como en la instalación del alumbrado por pilas, religar ambos polos de nuestra máquina á los respectivos polos de la batería de acumuladores; pero mientras que la fuerza electromotriz de la pila se mantiene constante, la de la dinamo puede variar y aun llegar á ser nula si el motor se pára.

No debemos emparejar la máquina con la batería, si no conocemos las diferencias de potencial disponibles de nuestra máquina.

Aquí es donde se deja sentir la necesidad de aparatos especiales para conocer el valor en voltios de la diferencia de potencial.

Así como debemos evitar que pase por nuestros acumuladores una corriente demasiado intensa, igualmente necesitamos un segundo aparato que nos indique cuál es la intensidad en amperios de la corriente de carga.

Estas dos categorías de instrumentos se encuentran corrientemente en el comercio: llámanse *voltiómetros* y *amperiómetros*. Sin extendernos más sobre su construcción, que se hallará indicada en el capítulo reservado á los aparatos útiles en las instalaciones de

alumbrado, bástenos saber que esos instrumentos de medida comportan una aguja movible ante un cuadrante graduado.

El *voltiómetro*, religado á las dos escobillas de la máquina, indicará por su aguja el valor en *voltios* de la diferencia de potencial.

El *amperiómetro*, intercalado en el circuito, uniendo la dinamo á los acumuladores, dará en *amperios* el valor de la intensidad de la corriente.

Estos instrumentos estarán montados sobre un tablero especial de madera, ó mejor de mármol, llamado *cuadro de distribución*, al cual se agregarán interruptores que permitan abrir y cerrar los circuitos, y por último, un aparato indispensable para la carga de los acumuladores: el *conjuntor-disyuntor* automático.

Conjuntor-disyuntor Féry. — Gracias á la instalación de este aparato en el cuadro de distribución, quedan suprimidas todas las maniobras para poner en carga los acumuladores. Cuando la dinamo dé una diferencia de potencial suficiente, el conjuntor cerrará el circuito de carga de los acumuladores; si el motor se amortigua y aun se pára por una razón cualquiera, queda la carga automáticamente suprimida.

El voltiómetro y el amperiómetro servirán de testigos, de suerte que no habrá necesidad de ocuparse prácticamente de nada; todas las operaciones se limitarán á poner en marcha el motor y á detenerlo, manipulaciones que no exigen ningún aprendizaje.

El conjuntor-disyuntor sistema Fery, se compone esencialmente de un electro-imán de dos bobinas: la primera de ellas, la superior A ó circuito de los vol-

nos, es de hilo fino y está unida á las dos escobillas de la dinamo (fig. 95). La segunda bobina B ó circuito de los amperios, de hilo grueso, es la recorrida por la corriente total.

Este electro-imán puede atraer una armadura de

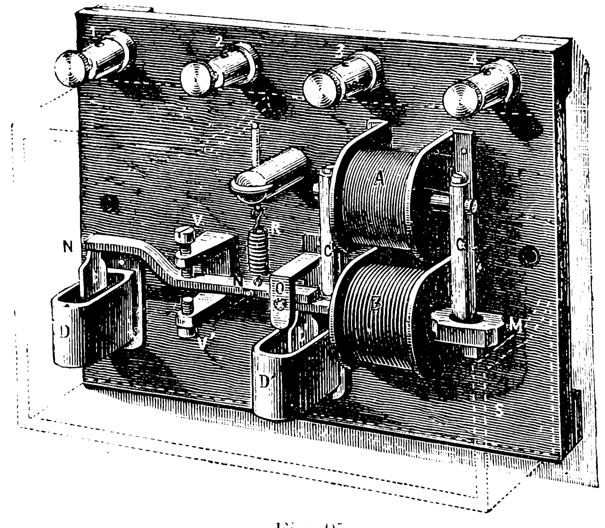


Fig. 95.

hierro dulce N que gire alrededor de un eje O, cuyo papel consiste en establecer ó romper la comunicación entre la máquina y los acumuladores. Con este objeto dos cazos ó canjilones de mercurio D, D', se hallan dispuestos sobre la plancheta, que soporta el aparato, los cuales están unidos por cables, uno á la batería, y otro á la dinamo á través de la bobina de grueso.

La armadura, en movimiento de báscula, se su-

merge en los canjilones, poniéndolos en comunicación eléctrica. Un resorte R mantiene cortado el circuito en tiempo normal.

Poniendo nuestro grupo electrógeno en marcha, la dinamo va á excitarse y la diferencia de potencial que ella proporciona aumentará con la velocidad; la corriente que viene de las escobillas atravesará la bobina de hilo fino del conjuntor.

El rollo de hilo grueso no será recorrido por ninguna corriente, puesto que la armadura mantenida por su resorte no se sumerge en el mercurio.

Una vez la diferencia de potencial llegada al valor para el cual se ha ajustado el aparato, el electro-imán se hará bastante potente para atraer su armadura, funcionará la palanca, la corriente de carga se establecerá, la bobina de hilo grueso agregará su acción á la de la bobina de hilo fino y quedará la armadura atraída fuertemente.

Cuando, por efecto de la flojedad en la marcha del motor, descienda por debajo del valor normal la diferencia de potencial de la dinamo, la corriente de carga disminuirá.

No estando ya la armadura suficientemente atraída á la vez por la bobina de hilo fino y por la bobina de hilo grueso, necesariamente bajará y la corriente de carga será interrumpida.

Aun admitiendo que esta pieza no se despegue en seguida, como la velocidad de la máquina continúa decreciendo la corriente se reinvertirá, yendo de los acumuladores hacia la máquina cuya diferencia de potencial se ha hecho menor.

La bobina de hilo grueso, recorrida por una corriente en sentido inverso á la de la carga, ejercerá su acción

en contra de la otra bobina en vez de reforzarla, y así la armadura se despegará violentamente.

El empleo de este aparato presenta, pues, una gran seguridad; mejor que nadie abrirá á tiempo el circuito, lo que protegerá las baterías y evitará que se dañen los acumuladores.

Sin embargo, se puede pasar sin este aparato, empleándose un interruptor sencillo que se abrirá y cerrará, pero será preciso permanecer al lado del dinamo para interrumpir y establecer la corriente en el momento oportuno.

Para cargarlo se unirá otra vez el voltímetro á los botones del dinamo, y se asegurará que la tensión que produce es por lo menos igual, si no es ligeramente superior á la de la batería de los acumuladores, y dado caso que sea inferior, se aumentará la velocidad del motor del grupo electrógeno ó se obrará sobre el rheostato de excitación de la dinamo; en todos los casos no se dará vuelta al interruptor para unir la máquina á los acumuladores hasta que habrá igualdad de tensiones.

Durante la carga se deberá vigilar constantemente la intensidad de la corriente y obrar sobre el interruptor para cortarla en caso de que el motor ande despacio ó se pare.

Para retirar la batería del circuito de carga se cortará la corriente con ayuda del interruptor y se parará el grupo electrogeno. Es absolutamente necesarie hacer estas operaciones en el orden indicado y nunca en sentido inverso.

Cuadro de distribución.—Tan indispensable como la dinamo y los acumuladores en una instalación algo importante, el cuadro de distribución, como su

nombre lo indica, sirve para asegurar la repartición de la corriente por todos los circuitos.

Describiremos un modelo sencillo, el cual convendrá muy bien á nuestra instalación; el aficionado podrá establecerlo él mismo.

Sobre un tablero de roble, ó mejor de mármol para disminuir las probabilidades de incendio, colocaremos abajo un interruptor bipolar, es decir, que corte la corriente á la vez sobre ambos polos; estará provisto de dos corta-circuitos, cuya misión veremos más adelante. Inmediatamente encima fijaremos el conjuntor-disyuntor, acompañado de un voltiómetro y de un amperiómetro. Un conmutador de varias teclas, llamado reductor, completará la instalación.

Los trazos fuertes (fig. 96) indican bien las uniones entre estos diversos aparatos.

La corriente que sale del polo positivo de la dinamo va al interruptor bipolar, atraviesa la bobina de hilo grueso del conjuntor, pasa de uno de los canjilones de mercurio al otro, llega al amperiómetro y de allí pasa á la batería de acumuladores.

Del polo negativo de la batería, la corriente vuelve directamente á la dinamo atravesando el interruptor bipolar.

Nuestra canalización de alumbrado puede ser unida á los dos polos de la batería, como en las instalaciones mixtas de alumbrado por pilas y acumuladores, descriptas anteriormente; pero preferimos en el caso que nos ocupa religar uno de los hilos al polo negativo de la batería, pudiendo el segundo hilo comunicar á voluntad con el último acumulador, con el penúltimo, etc.

Esta disposición tiene la gran ventaja de que puede

hacer variar el número de elementos que sirven para las lámparas de incandescencia. Á medida que la batería va suministrando corriente, su fuerza electro-

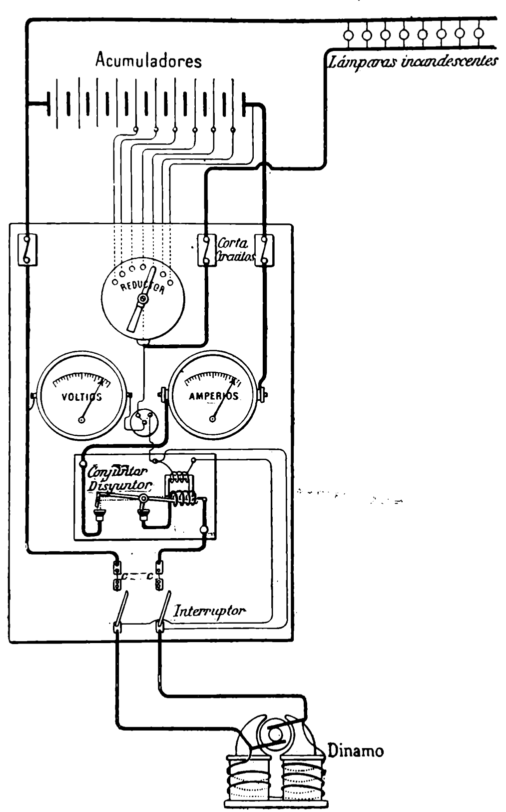


Fig. 96. — Esquema de una instalación de alumbrado por máquina dinamo y acumuladores.

motriz tenderá á disminuír; se mantendrá la diferencia de potencial constante sobre la red de lámparas, agregando sucesivamente 1, 2, 3 ó 4 elementos.

Esta maniobra se facilita gracias al empleo de un conmutador redondo de 7 á 8 teclas ó escabeles, llamado *reductor;* pero conste que no es indispensable y que puede prescindirse de él.

Tiene también el cuadro un pequeño conmutador de dos teclas, permitiendo unir el voltiómetro, ya á la dinamo, ya á los acumuladores; este aparato dará preciosas indicaciones sobre el estado de carga de la batería.

Condiciones de funcionamiento de una instalación de alumbrado por grupo electrógeno y acumuladores. — Para concluír vamos á dar las cifras de consumo de un grupo electrógeno de Dion y Bouton de fuerza de 3 caballos.

El motor de petróleo consume aproximadamente 2 litros de esencia mineral por hora, ó sea 70 céntimos; admitiendo el precio de 35 céntimos el litro de la misma esencia. La dinamo produce 20 amperios bajo 110 voltios, ó sea 2.200 watts; el precio de la energía eléctrica resulta, pues, de 0,032 frs. el hectowatt-hora, ó sea 0,05 de fr., si comprendemos el engrase y el entretenimiento. Agreguemos que la mayoría de las fábricas eléctricas ó estaciones centrales entregan la corriente á precios que varían entre 0,07 y 0,10 de franco el hectowat-hora.

Un grupo electrógeno de poca fuerza funcionando en tan buenas condiciones, es de un precio muy accesible y se presta á numerosas aplicaciones que sería prolijo enumerar.

Independientemente de las ventajas que procura dicho grupo electrógeno para el alumbrado de una casa de campo, hará grandes servicios á todos los que posean un automóvil eléctrico.

CAPÍTULO IV

APARATOS DE MEDICIÓN Y APARELLAJE

Aparatos de medición y aparellaje.— Se designa con el nombre de *aparellaje* á los órganos indispensables de toda instalación eléctrica, tales como interruptores, corta-circuitos, tomas de corriente, etc.

Antes de describir estos diversos aparatos, hemos de dar algunas indicaciones sobre los instrumentos de medir : amperiómetros y voltiómetros, usados en los cuadros de distribución.

Aparatos de medición.— Amperiómetros.— Voltiómetros.— Idénticos en cuanto al principio, estos dos aparatos no difieren más que por el grosor del hilo que constituye el rollo.

El amperiómetro, debiendo ser atravesado por la corriente total de la instalación, necesita un hilo grueso y corto. El voltiómetro se pone en derivación sobre los conductores de la canalización, y será arrollado con un hilo fino y largo.

Se da á estos instrumentos la forma de una péndola ó de un despertador (fig. 97), y son generalmente fijados contra una pared verticalmente, de modo que se

vean ó puedan distinguirse desde lejos ; la indicación la hace una aguja que se mueve delante del cuadrante, graduado como se ve en la figura.

Los principios en los cuales se fundan son de varias clases : los unos están basados en la atracción de una paleta de hierro dulce colocada en el centro de una

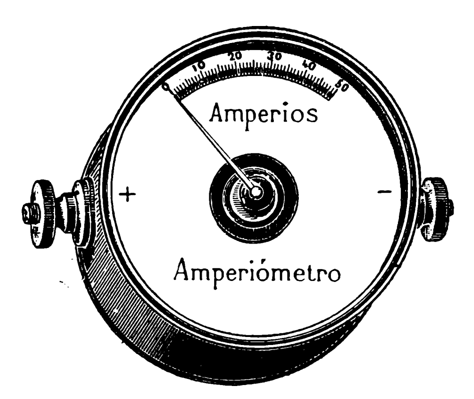


Fig. 97.

bobina, y estos son los instrumentos más simples ; un resorte, y aun la misma pesantez, lleva la aguja al cero cuando la corriente cesa de obrar. Otros se fundan en la experiencia de Œrsted *(Notas preliminares)*; una barreta imantada se coloca en el interior de una bobina, y la corriente hace desviar el imán en un ángulo mayor ó menor según su intensidad. Recientemente se ha tenido la feliz idea de invertir esta disposición haciendo el imán fijo y la bobina móvil ; se han creado los aparatos de cuadro móvil, cuyo modelo más conocido es el sistema Weston. Por último, el aprovechamiento cada vez mayor de las corrientes alternas en la industria, ha hecho preciso el empleo de

aparatos basados en principios ajenos á las acciones magnéticas, tales como la dilatación de un hilo por efecto del calor que produce la corriente. Estos últimos instrumentos, llamados de *hilo caliente*, dan indicaciones que no tienen relación alguna con el sentido de la corriente.

Examen crítico de los diversos aparatos.— Los aparatos de paleta de hierro dulce, debido á su sencillez, son baratos. Se conservan mucho tiempo, y son bastante fuertes para que todo el mundo pueda manejarlos.

Aunque desvían, sea cual fuere el sentido de la corriente, se debe mantenerlos en el sentido indicado por el constructor, si se quiere poseer indicaciones perfectas.

El principal y mayor inconveniente que puede reprochárseles es el de ser poco *dóciles*, es decir, de oscilar mucho tiempo antes de alcanzar su posición de equilibrio; por esta razón y por algunas más, son preferidos los amperiómetros y voltiómetros de cuadro móvil.

Compuestos de una bobina que se desplaza entre los polos de un imán, estos aparatos se hallan dotados de una sensibilidad muy grande y poseen notable exactitud.

Su precio es quizá un poco elevado por las dificultades de su construcción. La bobina está, en efecto, montada entre dos chapas de ágata que la hacen muy móvil, y la corriente la reciben por dos pequeños resortes espirales muy delicados de poner. Estos instrumentos dan indicaciones rápidas, por ser dóciles as oscilaciones del imán, así es que son con frecuencia preferidos á los otros aparatos. Se recomienda, sin

embargo, no asentarlos nunca sobre dinamos en marcha ni cerca de electro-imanes potentes, porque su contraste ó medición pudiera resentirse.

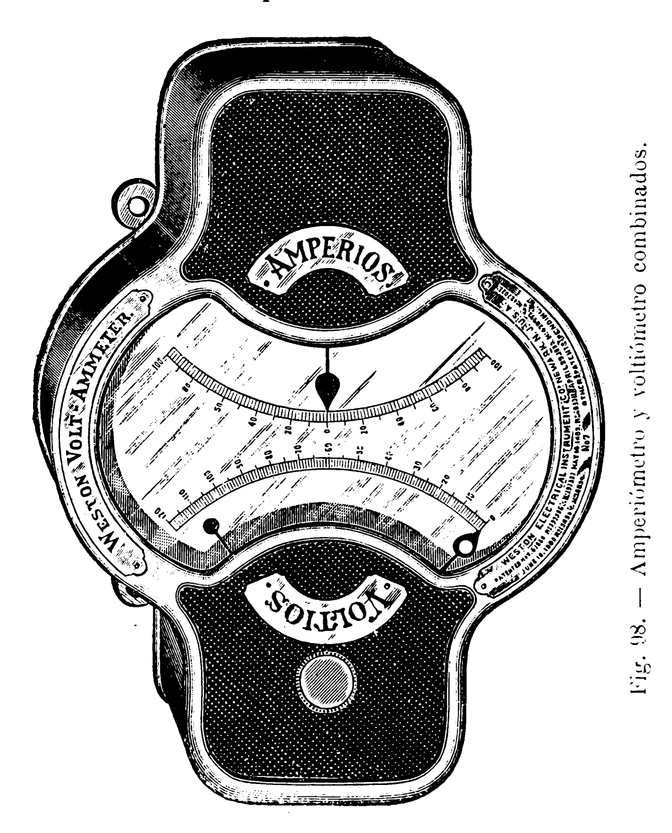


Fig. 98. — Amperiómetro y voltiómetro combinados.

Los aparatos de hilo caliente son insensibles á las acciones magnéticas y á las variaciones de temperatura, cuando están bien construídos; se los emplea sobre todo con la corriente alterna, prefiriéndose utili-

zar para la corriente continua los aparatos de cuadro móvil, más sensibles y menos frágiles. El menor aumento de corriente más allá de lo normal, inutiliza del todo un instrumento de hilo caliente.

Todas estas categorías de instrumentos de medida se encuentran hoy esparcidos en el comercio; en general están suficientemente bien contrastados, sobre todos los aparatos de cuadro móvil.

Señalemos para terminar los voltiómetros y amperiómetros de bolsillo, muy útiles á los automovilistas para comprobar las pilas ó los acumuladores; los hay de dos modelos: de paleta de hierro dulce, muy oscilatorios, y de cuadro móvil, más frágiles, pero más exactos.

Para los coches eléctricos se construyen voltiómetros y amperiómetros combinados (fig. 98), ocupando poco sitio y que se ponen á la vista del conductor.

Indicadores de polos.— Frecuentemente es útil saber reconocer los polos de un generador eléctrico, pila ó máquina. Á este fin puede emplearse un voltiómetro de cuadro móvil, cuyos bornes lleven las marcas + y —, indicadoras del sentido de la corriente cuando el aparato declina normalmente. En general, la marca ó signo + está á la izquierda, y el — á la derecha; en estas condiciones, se dice que la corriente *impulsa la aguja*: es una manera de decir que puede encontrarse el sentido de la corriente.

Existen en el comercio indicadores de polo especiales, constituídos por un tubo de vidrio lleno de un líquido particular (1)

(1) Solución de sulfato de potasa conteniendo una ligera cantidad de phtaleina de fenol.

Dos hilos de platino sirven para reconocer los polos de la pila ó máquina; bañados sus extremos en el líquido, éste enrojece alrededor del hilo unido á uno de los polos: al negativo. También se vende papel indicador de polos que hace el mismo servicio.

Por último, igualmente se puede sin aparato alguno encontrar los polos de un generador, simplemente con sumergir los dos hilos en un vaso de agua salada; el polo negativo se manifiesta en seguida por un *abundante* desprendimiento de gas alrededor del hilo correspondiente; algunas burbujas, pero más escasas, aparecen en el polo positivo.

Aparellaje. — 1.° Corta-circuitos. — Toda instalación de alumbrado alimentada por una máquina ó por acumuladores debe estar provista de cortacircuitos. Estos aparatos, verdaderas válvulas de seguridad, tienen por objeto proteger la instalación en el caso, posible siempre, de que dos hilos lleguen á tocarse.

Bien sabemos que cuando una corriente circula por un hilo, sea cual fuere, lo calienta. El calentamiento es tanto más rápido cuanto mayor sea la resistencia ofrecida al paso de la corriente, lo cual se concibe.

En este principio están basados los encendedores de hilo de platino. Cuando, por una causa cualquiera, la intensidad de la corriente alcance un valor demasiado grande, incompatible con el diámetro de los hilos, estos últimos se calentarán, hasta enrojecerse, y podrán comunicar fuego á sus aisladores. Conviene, pues, que se instalen aparatos de seguridad, y suprimir la corriente en cuanto se haga peligrosa.

Los cortacircuitos son de dos clases: los de hilo fusible y los aparatos magnéticos. Los primeros son

los que se emplean en todas las instalaciones de aposentos; los segundos convienen sobre todo á las grandes fábricas y á las estaciones de tranvías.

El cortacircuito de hilo fusible se compone de un

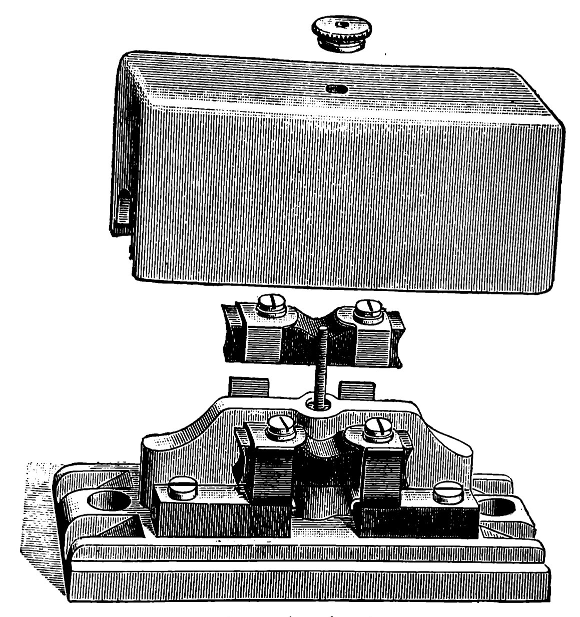


Fig. 99. — Cortacircuito de barretas.

zócalo de porcelana con dos piezas metálicas, entre las cuales se coge un hilito de plomo ó de una aleación especial que se funde á temperatura baja.

El aparato así constituído es intercalado sobre el trayecto del conductor de manera que la corriente atraviese el hilo de plomo. Si la intensidad de esta corriente se hace demasiado grande para que el conductor pueda soportarla sin deteriorarse, el plomo se funde y corta así automáticamente el circuito.

Lo mismo que toda máquina de vapor debe siempre tener dos válvulas de seguridad, así también el corta circuito será doble ó bipolar. Un tabique de materia aisladora é incombustible separa los dos polos, y una tapadera de la misma substancia sirve para cubrirlos y evitar las proyecciones del metal fundido.

Protestaremos aquí contra el empleo de las tapas metálicas puestas en uso por ciertos constructores, pues la práctica ha hecho ver que, demasiado á menudo, esas tapas se han fundido y volatilizado, sea posándolas sobre el aparato, sea por la chispa ó el arco producido en el momento de la fusión del plomo. Conviene, pues, que las proscribamos en absoluto.

Se encuentran hoy generalizados en el comercio excelentes aparatos enteramente de porcelana; para facilitar la substitución de los hilos fusibles, la Compañía francesa de aparellaje (antigua casa Sage y Grillet) ha tenido la idea de montarlos sobre una pequeña barreta alojada en dos ganchos dispuestos en el interior del aparato. La renovación del plomo se hace de este modo facilísima, sobre todo si se tiene la precaución de proveerse de barretas de recambio; basta con destornillar la tapa del cortacircuito, quitar las dos barretas y reemplazarlas por otras; la interrupción de la corriente será brevísima (fig. 99).

Para evitar la fusión inoportuna de los plomos de seguridad (1), es preciso velar por que los hilos fusi-

(1) Á partir de 50 á 100 amperios, los cortacircuitos se hacen de una eficacia dudosa; en efecto, muy á menudo se vé que un crecimiento rápido de la intensidad no los hace saltar; al contrario, funcionarán si la corriente aumenta gradualmente. Por estas razones se prefieren los disyuntores automáticos, mucho más seguros y de mayor precisión.

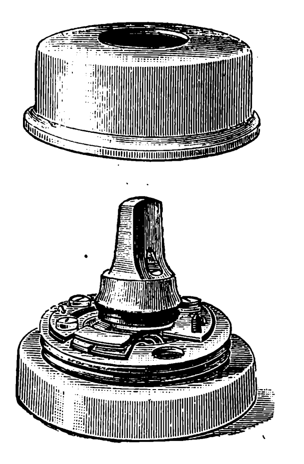
bles estén en contacto perfecto con las piezas metálicas del cortacircuito entre las cuales se hallan tendidos.

Damos á continuación un cuadro indicador de los diámetros de hilo fusible que han de emplearse en las instalaciones:

Número de lámparas de 16 bujias alimentadas por los brazos á proteger *Lámparas bajo 110 voltios*	Intensidad de la corriente que pasa normalmente por el circuito á proteger en *Amperios*	Diámetros de los hilos fusibles en *décimas de milímetros*	Secciones en *milímetros cuadrados*	Intensidad determinante de la fusión en las condiciones ordinarias en *Amperios*
0 á 4	0 á 2	5	0,19	6
5 á 12	3 á 6	10	0,78	15
13 á 20	7 á 10	15	1,76	27
21 á 32	11 á 16	20	3,15	45
33 á 70	17 á 35	25	4,90	66

2.° **Interruptores.** — Destinados á provocar el alumbrado ó la extinción de una ó varias lámparas, estos aparatos se construyen de toda clase de modelos; deben ser de materia incombustible, generalmente de porcelana; el corte del circuito debe hacerse rápidamente para evitar el deterioro de las superficies de contacto por la chispa que se produce infaliblemente en el momento de la rotura. La tapa será igualmente de porcelana, sin más saliente que un botón chato que sirva para el manejo. Se cuidará, en el momento de la postura, de que las cabezas metálicas de los tornillos sirvan para fijarlos en el muro sin tener contacto alguno con las partes eléctricas del aparato, y esto es para evitar derivaciones de la corriente por el suelo. Asimismo, si la pared es hú-

meda, se interpondrá una plancheta de madera parafinada ó mejor una plancha de caucho.



ig. 100. — Interruptor de porcelana.

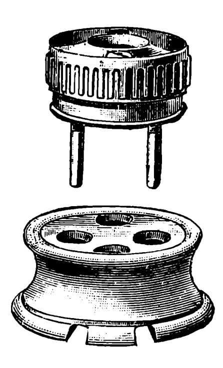


Fig. 101. — Toma de corriente.

3.° **Tomas de corriente.** — Se tiene á veces necesidad de unir una lámpara móvil á una canalización eléctrica; tal es la finalidad de la toma de corriente, siempre compuesta de dos partes que se ajustan entre sí como se ve en la figura 101. De las dos partes, la que se fija á la pared ó muro está en relación con los hilos transmisores de la corriente; la otra, formando tapón, se coloca al extremo de los cordones ligeros y de la lámpara móvil.

Se han imaginado infinidad de sistemas de toma de corriente, pero hasta aquí ninguna ha dado resultados perfectos. Evitaremos el hablar de ciertos modelos de madera, en los cuales el contacto se hace

por láminas metálicas flexibles; estos modelos suelen ser asiento de cortacircuitos, que su inflamabilidad hace todavía más peligrosos.

Para estos aparatos y, en general para todos, conviene proscribir en absoluto el empleo de maderas, no utilizando más que materias *incombustibles*, como la porcelana.

El alumbrado eléctrico, se ha dicho, es peligroso; nuestros lectores nos permitirán protestar aquí enérgicamente y afirmar que no hay tal cosa cuando se eligen con acierto y juicio los materiales que entran en una instalación.

Con una canalización bien hecha y bien aislada, puesta cuidadosamente, con aparatos incombustibles y con un regular funcionamiento, el alumbrado eléctrico llegará á ser el alumbrado doméstico por excelencia y el que, contra los incendios, ofrece más garantías.

Daremos la preferencia á un modelo de toma de corriente, de porcelana, hoy bastante generalizado; este aparato es muy fuerte y de postura fácil. El zócalo redondo se fija en la pared con dos tornillos; presenta dos canales para el paso de los hilos. Dos tubos de latón bastante separados entre sí y sujetos por la porcelana, se unen á cada uno de los conductos de la corriente. En estos dos tubos se introducirán dos varas cilíndricas para formar resorte; fijadas sobre el tapón aislador, se unirán ellas mismas al hilo que va á la lámpara móvil. Este sistema tiene por principal ventaja la de separar los dos conductores de polaridad diferente, lo que hace un cortacircuito casi voluntario. El contacto entre el tapón y el zócalo, á veces defectuoso en los demás sistemas, se hace

muy suficiente gracias á la elasticidad de las piezas del tapón. Forman esquina introduciéndose en los tubos del zócalo, y el contacto por frotamiento así obtenido es excelente (fig. 101).

Deberá cuidarse, en el momento de fijar los hilos en el tapón, de que las briznas de cobre pertenecientes á conductores distintos no se toquen. Generalmente hay una medianería de porcelana que separa los dos polos y evita los cortacircuitos. Cuando se quiere retirar el tapón, se recomienda mucho el tomarlo á mano llena, ó sea con toda la mano, así como el no olvidar que el cordón pudiera al menor descuido desprenderse de los tornillos que sirven para fijarlo, de lo que á menudo resulta un cortacircuito.

4.° **Rosetones de techo.** —El rosetón sirve para enlazar los hilos de suspensión que soportan una lámpara colgante á los conductores generales de la instalación. Idéntico, por lo que al principio se refiere, al rosetón empleado para los timbres, no difiere de éstos sino en ser de construcción más sólida y por la materia que lo constituye. Aunque los aparatos destinados á sonerías y teléfonos pueden sin riesgo ninguno construirse de madera, en los rosetones del techo que han de sostener aparatos de iluminación no se empleará otra materia que la porcelana.

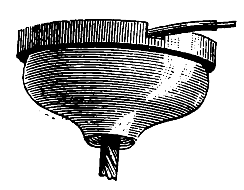
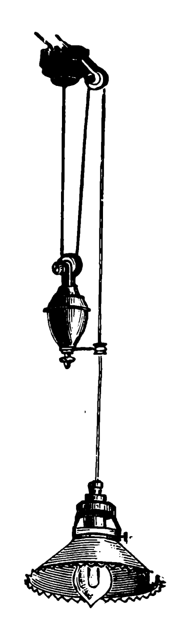


Fig. 102. —Rosetón del techo.

Es de toda necesidad hacer un nudo al cordón en cuanto queda unido al rosetón del techo. La tracción resultante del peso de la lámpara y de su pantalla

recaerá sobre la tapa, atornillada al zócalo, y no sobre los puntos de enlace del conductor ligero. Se evita así con frecuencia la caída de la lámpara ó la formación de cortacircuitos.


Fig. 103.—Suspensión.

Las lámparas colgantes ó de suspensión generalmente empleadas, comportan : ó bien un simple hilo sosteniendo una lámpara y una pantalla, ó bien y más á menudo un hilo también *liviano*, extensible.

Se llega á este resultado empleando dos poleas y un contrapeso; estas suspensiones tienen la ventaja de permitir que la lámpara nos sirva á diferentes alturas, según se quiera concentrar la luz en una mesa ó alumbrar de una manera uniforme la pieza en que se está.

Los diversos aparatos representados en las figuras, son los modelos de la Compañía francesa de material eléctrico, á la que ya nos hemos referido.

5.º **Apliques.** — Es útil en ocasiones instalar en las paredes una ó varias lámparas de alumbrado general, y con tal objeto han sido creados los apliques. Estos aparatos varían de forma hasta lo infinito y se hacen de latón dorado ó sencillamente bronceado ; se los fija sobre una placa de porcelana ó madera atornillada en la pared ó muro. Los hilos pasan por dentro de los brazos del aplique (son huecos) y van á parar á los soportes de las lámparas.

CAPÍTULO V

LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO ELÉCTRICO. — HILOS Y CABLES

La distribución de la corriente en una instalación eléctrica está basada en el empleo de conductores aislados entre sí y aislados de la tierra. La aislación debe extenderse no solamente á los conductores, sino también á todas las piezas metálicas de la instalación en que circule la corriente : á la dinamo, á los aparatos de seguridad y de distribución y á las lámparas.

Este aislamiento se obtiene con no poner en contacto las piezas metálicas nada más que con substancias aisladoras.

De todos los cuerpos, el aire es el mejor aislador : esto es lo que explica el empleo de hilos metálicos desnudos y suspendidos en el aire. Las demás substancias aisladoras generalmente empleadas en las instalaciones, son : la porcelana, el vidrio, la pizarra, el mármol, el caucho, la ebonita, la goma laca, el betún, el algodón y la madera seca, etc.

Los aisladores sólidos se emplean para constituír

soportes ó para reunir entre ellos piezas que deben ser aisladas eléctricamente una de otra.

Los aisladores que pueden formar envolturas flexibles son empleados para rodear los cables y proteger, una vez colocados, las piezas metálicas expuestas á contactos con otros conductores.

Hilos y cables.

Las canalizaciones interiores se hacen generalmente de hilos y cables más ó menos aislados, según la índole del servicio que se les pide y las condiciones de su instalación.

Cables de aislamiento ligero. — Los conductores de hilo de cobre cuidadosamente trenzados se revisten simplemente de algodón, cinta ó trenza untada de parafina, betún, etc., para evitar los contactos pasajeros ó las derivaciones accidentales. La postura de estos cables exige las mismas precauciones que los hilos desnudos (aisladores de porcelana). El aislamiento ligero no debe adoptarse jamás en los sitios húmedos.

Cables de aislamiento medio. — Es lo empleado más corrientemente en las instalaciones industriales: se compone de una ó dos capas de caucho volcanizado sobre el conductor de cobre estañado. Dos ó tres cintas con trenza ó unto especial, retienen el aislador al rededor del hilo.

Estos cables resisten al calor y á la humedad, constituyendo un verdadero tubo.

Cables de gran aislamiento. — Para las tensiones

elevadas se emplean dos ó tres capas de caucho y dos ó tres cintas; este aislamiento resiste al agua.

Cables bajo plomo. — Estos cables son poco dignos de recomendación y se emplean cuando la línea está siempre anegada ó cuando es subterránea; la protección mecánica es buena, pero exige un gran aislamiento antes de poner el plomo. La experiencia ha demostrado que este aislamiento no se mantiene; y se hace entonces difícil, por no decir imposible, el encontrarlos.

Cables diversos. — Se ha empleado algunas veces cables bajo plomo, en los cuales se mantienen los hilos aislados por perlas de madera, enfiladas sobre el conductor (cable Fortin-Hermann), ó cables arrollados en algodón, para efectuar la separación mecánica y ahogados en petróleo (cable Brooks). Estas disposiciones han sido empleadas en telegrafía, pero los cables aislados al papel con circulación de aire los reemplazan actualmente.

Sección de los cables. — Los cables industriales se construyen para todas las secciones hasta 1.000 milímetros cuadrados. El diámetro de los hilos que forman el cable varía con los constructores. Los cables de sección media se componen de hilos de 1,14 milímetro de diámetro, teniendo exactamente 1 milímetro cuadrado de sección.

Basta contar el número de hilos para tener en seguida la sección del cable empleado. La resistencia lineal á 0° es de 16,3 ohmios por kilómetro para un solo hilo. Dividiendo 16,3 por el número de hilos del cable, se sabe inmediatamente la resistencia del cable en ohmios por kilómetro de línea.

Reproducimos á continuación un cuadro que da diversas cifras interesantes para los hilos de cobre. Este cuadro está tomado del *Formulario de Electricidad*, de M. E. Hospitalier :

Diámetro en milímetros	Sección en milímetros cuadrados	Peso en gramos por metro	Longitud en metros por kilógramo	Resistencia en ohmios por kilómetro	Longitud en kilómetros por ohmio	Resistencia en ohmios por kilógramo
0.1	0,0079	0,0699	14 306,0	2034,2	0,00049	29100
0.2	0.0314	0,2796	3 576,5	508,23	0,00197	1817
0.3	0,0707	0,6291	1 589,6	226,02	0,00442	359,28
0.4	0,1257	1,1184	894,13	127,14	0,00787	113,63
0.5	0,1963	1,7475	572,24	81,367	0,01229	46,56
0,6	0,2827	2,5164	397,39	56,504	0,01770	22,45
0,7	0,3848	3,4251	291,96	41,514	0,02409	12,12
0,8	0,5027	4,4736	223,53	31,784	0,03146	7,11
0,9	0,6362	5,6619	176,62	25,113	0,03982	4,43
1,0	0,7854	6,990	143,06	20,342	0,04916	2,91
1,1	0,9503	8,458	118,23	16,811	0,05551	1,98
1,2	1,1310	10,066	99,348	14,126	0,07079	1,40
1,3	1,3273	11,813	84,651	12,036	0,08308	1,2
1,4	1,5394	13,700	72,990	10,378	0,09635	0,757
1,5	1,7671	15,728	63,582	9,0407	0,11061	0,574
1,6	2,0106	17,895	55,883	7,9460	0,12585	0,445
1,7	2,2698	20,201	49,502	7,0386	0,14207	0,348
1,8	2,5447	22,648	44,155	6,2783	0,15928	0,277
1,9	2,8353	25,234	39,629	5,6348	0,17747	0,223
2,0	3,1416	27,960	35,765	5,0854	0,19664	0,1817
2,1	3,4636	30,826	32,440	4,6126	0,21680	0,1500
2.2	3,8013	33,832	29,558	4,2028	0,23794	0,1240
2.3	4,1548	36,977	27,044	3,8453	0,26006	0,1040
2.4	4,5239	40,263	24,837	3,5315	0,28316	0,0875
2.5	4,9087	43,688	22,890	3,2547	0,30725	0,0745
2.6	5,3093	47,253	21,163	3,0091	0,33232	0,0635
2.7	5,7256	50,957	19,624	2,7904	0,35838	0,0547
2.8	6,1575	54,802	18,248	2,5946	0,38542	0,0472
2.9	6,6052	58,786	17,011	2,4188	0,41344	0,0411
3,0	7,0686	62,910	15,896	2,2550	0,44346	0,0359

Junciones. — Costuras — La longitud de los cables así fabricados no puede exceder de ciertos valores variables según los diámetros. Será, pues, necesario reunir con frecuencia varias longitudes de cable. Es ahí donde se presenta una de las cuestiones más importantes de la instalación : la *junción ó costura*.

Para hacer bien una costura se empieza por desnudar esmeradamente los dos extremos del cable que ha de unirse, en una longitud de 15 á 20 centímetros en cada uno. Si el conductor no tiene más que un solo hilo ó torcida de hilo núm. 1, regularmente al rededor del hilo núm. 2 y, recíprocamente, si hay que unir dos cables se comienza por separar los hilos que forman la capa exterior de la trenza, cortando seguidamente los centrales. Se hace otro tanto en cada cable, y así los diversos hilos, una vez dispuestos en forma de paraguas, se les unirá entrelazándolos, se dobla por uno y otro lado el haz de hilos y se les entreteje.

La costura, después de terminada, no debe ser más gruesa que el cable mismo; será soldada cuidadosamente con resina y debidamente aislada por medio de tiras de caucho puro ó de Pará, en número suficiente; no olvidando poner una capa de bencina para que se peguen unas á otras las diversas capas de caucho. El todo será revestido por una cinta de tela chattertonada.

Deberá evitarse con cuidado el empleo del cloruro como secante para soldar la costura y, en general, para toda soldadura que se practique en aparatos eléctricos. En efecto, sucede á menudo que dicho lí-

quido se cuela entre los hilos y lo roe, y á veces ocasiona á la larga la rotura del conductor. Se prefiere emplear la resina ó la estearina.

Elección del espesor de los hilos. — Según la intensidad de la corriente que hayamos de hacer pasar por los hilos ó cables, se emplearán conductores bastante gruesos para que no se calienten.

En el cuadro siguientes damos las cifras que deben adoptarse :

Número de lámparas de 16 bujias á 110 voltios.	Intensidad correspondiente en *Amperios*	Diámetro del hilo de cobre en *milímetros*
1	0,5	0,9
2 á 4	1 á 2	1
4 á 10	2 á 5	1,5 á 2
10 á 20	5 á 10	2,5 á 3
20 á 50	10 á 25	3,5 á 4

Postura de las canalizaciones de alumbrado eléctrico.

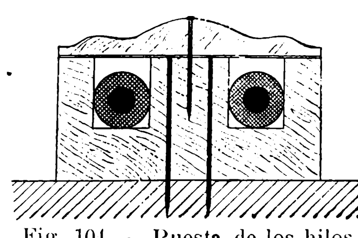
Los hilos conductores aislados por caucho para instalaciones interiores, deben ponerse con mucho más cuidado que los hilos de los timbres. No deben ser empleados *nunca* ni corchetes ni clavos caballeros; estos objetos, generalmente de hierro más ó menos estañados, se oxidan por la acción de la humedad de las paredes, resultando de esto que el aislador de los hilos no tarda en ser atacado, lo que pro-

duce una derivación ó pérdida ; esta pérdida es tanto más desagradable cuanto más difícil es de encontrar.

En lo interior de los aposentos y en todos los sitios secos se emplean molduras especiales.

En los subterráneos y locales húmedos se utilizarán *exclusivamente* los aisladores de porcelana montados en madera parafinada.

Molduras. — Como su nombre indica, las molduras están constituídas por tabletas de palo seco, generalmente de abeto, ahuecadas en su interior por dos ranuras en las cuales se acomodan los hilos. Una tapa ornamentada recubre la moldura y protege los conductores. La postura se practica muy sencillamente : se cortan las tabletas de la longitud que sea precisa, clavándolas en la pared con puntas sin cabeza. Deben introducirse los clavos solamente en el tabique que separa las ranuras, de modo que el hilo no tenga contacto con ellos sino con la madera. Los cables serán introducidos en las ranuras que les corresponden ; se tendrá cuidado de elegir para ello molduras apropiadas, es decir, cuyas ranuras tengan de anchura el diámetro exterior de los hilos empleados.


Fig. 101. — Puesta de los hilos en una moldura.

La tapa es lo último que se pone, cuidándose escrupulosamente de que todos los clavos que sirven para fijarla entren en el tabique de separación de las ranuras. Si así no fuera, podría suceder que traspa-

saran el aislador de los hilos y pusieran en comunicación el aislador con el suelo.

Cuando los hilos por una causa cualquiera deban salir de la moldura, yendo á parar á un interruptor ó á una toma de corriente, por ejemplo, se tendrá cuidado de revestirlos de una vaina protectora suplementaria; se les pasa generalmente por pequeños tubos de caucho, que acompañarán al hilo por debajo de la toma de corriente ó del interruptor.

Para atravesar los techos ornamentados ó seguir los contornos de una cornisa, resultaría de mal efecto ó nada airoso el empleo de las molduras; sólo en tal caso puede hacerse uso de hilos finos á dos conductores, fuertemente aislados, con dos capas de caucho puro y revestidos por una trenza de seda blanca ó de cualquier color. El hilo suelto será sostenido de distancia en distancia por pequeños hilos de lino, atados ellos mismos á clavos completamente hundidos en la pared. Este procedimiento no debe de ser utilizado más que en los lugares secos.

Aisladores de porcelana. — Las molduras de madera exigen paredes perfectamente secas, tales como suele haberlas en los aposentos; en los sótanos ó sitios húmedos se ha intentado emplear molduras de madera parafinada, pero sin éxito; no lo han tenido tampoco los cables bajo plomo, pues éste á la larga se deja penetrar por la humedad.

Por nuestra parte aconsejamos tender los hilos recubiertos de caucho sobre aisladores de porcelana, del modelo de los empleados en telegrafía, ó bien sobre poleas atornilladas ellas mismas en tableros parafinados. Conviene emplear con preferencia poleas altas

más bien que poleas bajas, pues estas últimas ofrecen en casos dados un aislamiento inferior.

Los tableros de madera serán fijados al muro, por medio de tornillos, y los hilos serán ligaturados en la garganta de las poleas con la ayuda de una cordeleta alquitranada, de suerte que los mantenga firmes en su sitio, impidiendo á la vez todo contacto directo con las paredes ó con los objetos próximos.

Las lámparas, los interruptores y los cortacircuitos serán á su vez montados sobre planchetas de madera empapadas en parafina hirviente; se tomará una madera suficientemente espesa para que no pueda ser atravesada por los tornillos que sujetan los aparatos. Observando estas precauciones minuciosamente, el aislamiento general de la instalación podrá ser excelente y se conservará meses enteros.

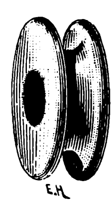


Fig. 105. — Polea de porcelana.

Las instalaciones exteriores se harán de una manera absolutamente análoga; sin embargo, en lo exterior serán preferibles aisladores de campana de porcelana, empotrados en los muros ó fijados en postes. Las lámparas incandescentes destinadas á funcionar á la intemperie y bajo la lluvia, exigen una montura completa de porcelana, enteramente hermética, no dejando salir más que los hilos por tubos encorvados. Así es imposible que entre el agua, aun en las grandes lluvias, asegurándose el buen funcionamiento con cualquier tiempo que haga.

Los hilos desnudos habrán de evitarse siempre y no deberían emplearse en el interior de las habita-

ciones. Exteriormente podrían en rigor ser empleados, pero habría que velar con gran cuidado que estuvieran apartados suficientemente para no tocarse : en todo caso, un cortacircuito fusible protegería la canalización.

CAPÍTULO VI

E ALGUNAS DIFICULTADES QUE PUEDEN PRESENTARSE EN UNA INSTALACIÓN INTERIOR

1.° **Taladro.** — No hay ejemplo de instalación en que no se hagan pasar los hilos á través de una muralla, una pared, un techo ó un tabique; en tales casos no puede ni pensarse en emplear la moldura en el interior del agujero, pues daría una aislación insuficiente, á causa de la humedad que existe siempre en la albañilería.

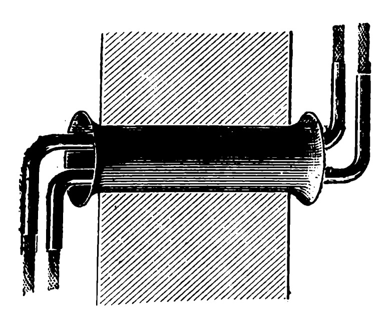


Fig. 106. — Atravesamiento de un muro.

Hecho el taladro del diámetro conveniente con un berbiquí ó de cualquiera otro modo, se le reviste por dentro con un tubo ó forro metálico de longitud suficiente para que salga

por ambos lados; sus extremos salientes se ensancharán en forma de embudo para facilitar la entrada de los hilos.

Sobre cada uno de los conductores, ya bien aislados, se pasará un tubo de caucho, y los hilos serán introducidos entonces en el taladro, arreglándose de modo que el tubo rebose por ambos lados del forro metálico.

Gracias á esta doble protección mecánica y eléctrica, no hay peligro ninguno que temer, y la aislación resultará excelente.

2. **Encuentro de un conducto de agua ó de gas.** — Puede ser que se encuentre en el ángulo de un muro, ó en cualquier sitio, algún tubo metálico de agua ó de gas; convendrá entonces detener la moldura un poco antes de tropezar con el conducto, haciendo pasar los hilos por encima, después de haberlos envuelto cada uno en una vaina supletoria formada por un tubo de caucho.

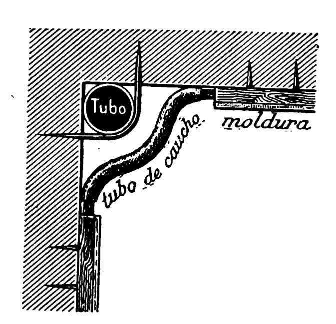


Fig. 107. — Paso por encima de un conducto metálico.

Los conductores serán encorvados en arco de círculo, en forma de *puente*, de manera que pasen por encima de la canalización, pero sin tocarla.

Algunas veces los hilos habrán de seguir paralelamente una canalización de agua ó de gas, por ejemplo, en un corredor; se evitará todo contacto

haciendo que pasen las molduras por el lado opuesto. Si esto no fuere posible, se seguirá por el mismo lado del tubo á 4 ó 5 centímetros más arriba ó más abajo.

Igualmente se puede tropezar con armazones metálicas ú otros objetos; siendo así, se pasará por encima valiéndose de tubos de caucho, como al tropezar con una canalización de gas ó de agua. Sin embargo, si la pieza metálica presenta un ángulo vivo que sea preciso rodear, se meterá, entre los hilos ya protegidos y el objeto metálico, una plancha de caucho que evitará el deterioro de los conductores eléctricos.

3.° Instalación de lámparas eléctricas sobre un aparato de gas. — En una vivienda ya provista de alumbrado de gas, puede ser agradable poseer además la luz eléctrica; los mismos aparatos (suspensiones, liras, apliques), pueden servir entonces, con la condición de observar las prescripciones que siguen :

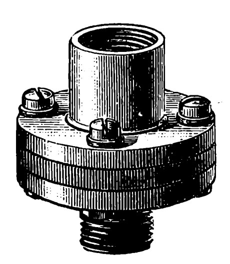


Fig. 108. — Enlace aislador.

El aparato de gas será aislado del resto de la canalización por medio de un enlace aislador, formado con dos platillos separados entre sí por una materia aisladora; una interior tubería permite que pase el gas. El enlace atorníllase, de una parte sobre la tubería, y de otra sobre el aparato mismo.

Los cables ó hilos que van á las lámparas eléctricas pasarán por un tubo de caucho y bajarán á lo largo del aparato, ajustándose bien á todas

las costuras, siendo fijadas de trecho en trecho con hilos de lino. En el caso de que resulte feo el empleo de tubos de caucho, podrán substituírse con un hilo fino de gran fuerza aisladora (2 capas de caucho puro), revestido de seda cuyo color haga juego con el color del aparato. Dicho hilo se asegurará por medio de cordoncillos de seda de igual matiz.

Disposiciones generales. — Hemos visto que los cortacircuitos son aparatos destinados á suprimir la corriente, cuando ésta se hace demasiado intensa para que la canalización pueda soportarla sin peligro.

Por lo regular, toda derivación y aun toda lámpara debe estar protegida por un cortacircuito. Sin embargo, en una instalación algo importante, los reglamentos permiten agrupar hasta 5 lámparas por cada cortacircuito. En una lucerna, por ejemplo, que contenga 20 lámparas, se la divide en 4 circuitos de 5 lámparas, cada uno de aquellos con un cortacircuito y un interruptor. La reunión de las 20 lámparas sobre varios circuitos ofrece, además, la ventaja de no dejar á obscuras un salón cuando un plomo se funde.

Señalemos de paso la necesidad de aislar una lucerna en su punto de empalme con el techo, para evitar las pérdidas hacia la tierra que pueden producirse en el caso de que alguno de los hilos de la canalización tome contacto, accidentalmente, con la masa metálica del aparato.

Ejemplos de instalaciones interiores. — Supongamos primero el caso más sencillo que puede pre-

sentarse, el de dos lámparas incandescentes en una misma habitación (fig. 109), sirviendo una de ellas para el alumbrado general, lámpara fija, de techo, y

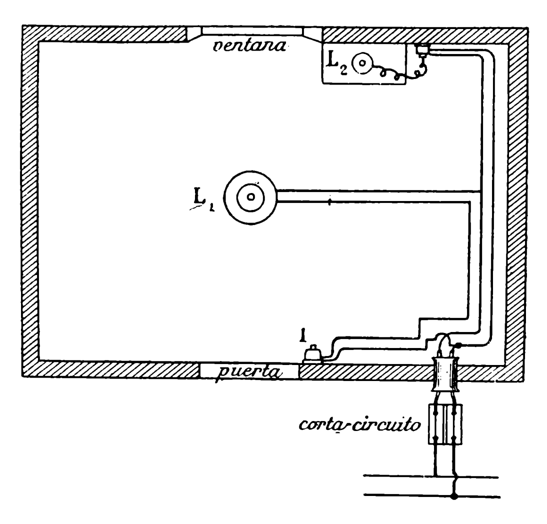


Fig. 109. — Instalación interior.

la otra móvil, pudiendo dejarse en una mesa de trabajo. La primera L_1 y la segunda L_2. Esta se unirá á la canalización por medio de una toma de corriente P.

Como la corriente llega por un corredor exterior, se hará un taladro encima de la puerta; se instalará un cortacircuito desde antes de taladrar, inmediatamente después de la uniión de los hilos sobre la canalización principal. Dispuestos los conductores según el esquema, y estando el interruptor colocado próximo á la puerta, se comprende con facilidad que

basta hacer girar el botón para encender la lámpara del techo y apretar el botón para que se encienda la

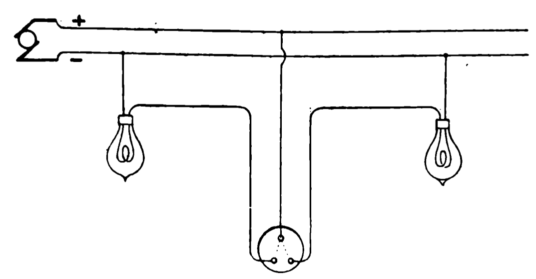


Fig. 110. — Iluminación alternativa de dos lámparas del mismo punto.

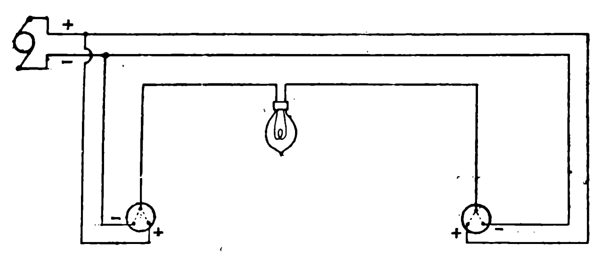


Fig. 111. — Iluminación y extinción de la misma lámpara de dos puntos diferentes.

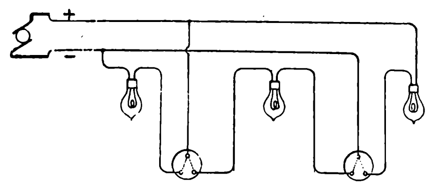


Fig. 112. — Iluminación sucesiva de varias lámparas.

lámpara móvil. En instalaciones como ésta pueden emplearse molduras de tres hilos para el trayecto

común de los tres conductoros que alimentan las dos lámparas.

Daremos aquí, por último, tres esquemas utilísimos para ciertos casos particulares :

1.er **caso.** — Dos lámparas colocadas en dos puntos diferentes deben ser alternativamente encendidas desde el mismo sitio. Se empleará un conmutador de dos direcciones, pudiendo enviar la corriente á la una ó la otra de estas dos lámparas.

2.° **caso.** — El de encender la misma lámpara desde dos puntos distintos. Serán necesarios dos conmutadores de dos direcciones; se les instalará, por ejemplo, á un extremo de un largo corredor, y permitirán encender, al entrar, y apagar, al salir. Este montaje, llamado *vaivén*, es muy usado; con todo, hay que tener mucho cuidado de no dejar nunca los conmutadores en una posición intermedia, pues es de toda necesidad impulsarlos á fondo cada vez.

3.° **caso.** — Encendimiento sucesivo de lámparas colocadas en varios cuartos que se comunican.

Se utilizará el esquema incluso, conteniendo siempre conmutadores de dos direcciones; su maniobra consiste en encender la lámpara de la pieza en que se va á entrar y apagar la de aquella en que nos encontramos.

CUARTA PARTE

LA BOBINA DE RUHMKORFF Y SUS APLICACIONES

CAPÍTULO PRIMERO

LA BOBINA

En 1867, el Gobierno francés abrió un concurso para la más interesante aplicación de la pila, y otorgó el premio de cincuenta mil francos á la bobina de Ruhmkorff.

Éxito glorioso cual ninguno, pues al mismo tiempo que Ruhmkorff contribuía al progreso de la ciencia con un ingenio nuevo, aportaba á la industria no escasas aplicaciones, cuya importancia igualaba, á lo menos, á la del alumbrado eléctrico y á la de todos los inventos fundados en el empleo de la electricidad. Los rayos X y la telegrafía sin hilos, desconocidos en aquella época, debían salir de este aparato maravilloso y abrir horizontes nuevos.

El automovilismo, nacido ayer, ha sabido sacar un gran partido de la bobina de inducción, utili-

zándola para encender sus potentes y rápidos motores de petróleo.

Principio. — La bobina de Ruhmkorff es la aplicación más inmediata de las leyes de inducción (véase el cap. II de la 1.ª parte).

Sabido es que si introducimos bruscamente un imán en el interior de una bobina de hilo de cobre envuelto en seda, nace una corriente en el hilo si el circuito está cerrado. Alejando rápidamente la barra imantada, atraviesa el hilo una nueva corriente en sentido inverso.

En vez de un imán introduzcamos en el centro de la bobina un electro-imán; el resultado será el mismo, puesto que un electro-imán no es otra cosa que un potente imán. Hasta nos será más fácil operar utilizando sus maravillosas propiedades. Dejemos el electro-imán en la bobina y abramos y cerremos alternativamente el circuito que lo reune á la pila. Esta operación hará aparecer y desaparecer el campo magnético en el interior de la bobina, absolutamente como sucede con el imán que acercamos y alejamos.

Tal es el principio de la bobina de Ruhmkorff.

Descripción. — Al rededor de un haz de hilos de hierro muy dulce está enrollado un hilo grueso de cobre aislado, pero con pocas vueltas; éste será el electro-imán de que hemos hablado. Lo religaremos á una pila enérgica ó bien á acumuladores interponiendo un interruptor.

Encima del enrollado se encuentra una segunda bobina de un hilo de cobre muy fino y muy largo,

aislado con el mayor esmero. Sus dos extremos van á parar á dos bornes colocados sobre la bobina.

El hilo, grueso y corto, religado á la pila, constituye el *rollo primario* de la bobina; el hilo fino y largo se denomina *rollo secundario*; este último es el que se utiliza en las aplicaciones de la bobina Ruhmkorff.

Cuando se provoca una serie de interrupciones y restablecimientos de la corriente en el circuito primario, se observa una corriente en el secundario, si se halla este último cerrado. Hasta suele suceder, cuando el hilo fino da un número de vueltas suficientemente grande, y sobre todo cuando las variaciones del campo magnético son muy rápidas, que broten chispas entre los extremos del rollo secundario. Estas chispas sirven para asegurar las funciones de los motores automóviles.

En rigor, las interrupciones de corriente pueden producirse con la mano. Masson había inventado una rueda dentada que ha servido, desde 1824, para hacer interrupciones en una máquina análoga á la de Ruhmkorff.

Las bobinas actuales tienen casi todas un interruptor automático, verdadero vibrador de sonería, que utiliza la atracción del núcleo de hierro.

La figura siguiente da el esquema de una bobina de Ruhmkorff. F, es el núcleo de hilos de hierro dulce en el cual se arrolla el hilo grueso; este último pasa por el temblador ó vibrador T, constituído por una lámina flexible de acero fijada en A, y llevando en sí una pequeña masa de hierro dulce. Un tornillo móvil, colocado enfrente del vibrador,

limita su curso al mismo tiempo que sirve para producir las interrupciones de la corriente; por lo demás, el funcionamiento es idéntico al de una sonería.

Encima de la primaria se arrolla, con muchas

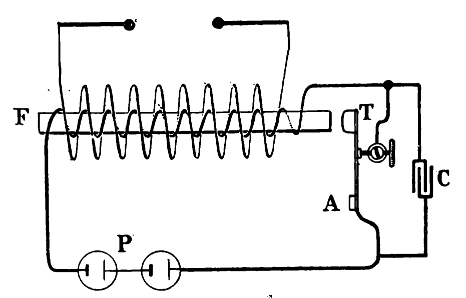


Fig. 113. — Esquema de la bobina de Rumkorff.

vueltas, un hilo de cobre muy fino, cada una de cuyas capas se aisla de la siguiente por el espesor de un papel: el todo es cuidadosamente parafinado ó sumergido en un aislador especial.

Condensador. — La potencia de las bobinas de Ruhmkorff ha sido notablemente aumentada desde que Fizeau, en 1853, concibió la idea de hacer todavía más rápida la variación de la corriente inductora por la aplicación de un condensador C. Este aparato se compone de hojas de papel de estaño (papel de chocolate), separadas entre ellas por papel parafinado. Las hojas metálicas desbordan por uno y otro lado alternativamente, y se reunen las de un mismo lado á un borne metálico. El condensador así constituido se pone en relación por uno de sus bornes con el tornillo móvil, y por el otro con el tem-

blador. La misión de este aparato es importante: aumenta considerablemente la longitud de chispas; su funcionamiento es, sin embargo, bastante difícil de explicar.

La ruptura del circuito primario consiste en separar dos contactos metálicos por una capa aisladora. Pero la simple capa de aire interpuesta es fácilmente franqueada por la chispa de ruptura, que prolonga así su duración y no la hace acabar sino gradualmente. El modo de ruptura tiene, por otra parte, una gran influencia en la duración de la interrupción; una ruptura por deslizamiento da malos resultados; una separación de superficies duras es mejor; y la interrupción es todavía más franca si la capa aisladora es de alcohol ó de cualquiera otro líquido aislador difícilmente atravesado por la chispa; esta es la ventaja principal de los interruptores de mercurio imaginados por Foucault, y si el alcohol pudiera introducirse bajo una gran presión, de manera que se intercalase más pronto entre los puntos de contacto, aun se mejoraría más la interrupción.

Ninguno de estos medios puede, sin embargo, detener la corriente de una manera brusca, así como tampoco una corriente de agua puede ser bruscamente inmovilizada por la cerradura rápida de un grifo. Toda parada de esta índole es forzosamente acompañada de un choque violento. Pero si está dispuesto un pistón elástico para amortiguar el choque, la energía de la corriente de agua, en lugar de ser rápidamente disipada, es almacenada ó consumida progresivamente en movimientos de vaivén del enunciado pistón.

Un condensador es análogo á una cuña elástica;

almacena la energía de la extracorriente en condiciones favorables y la restituye, no sólo parando la corriente, sino también cambiando su sentido.

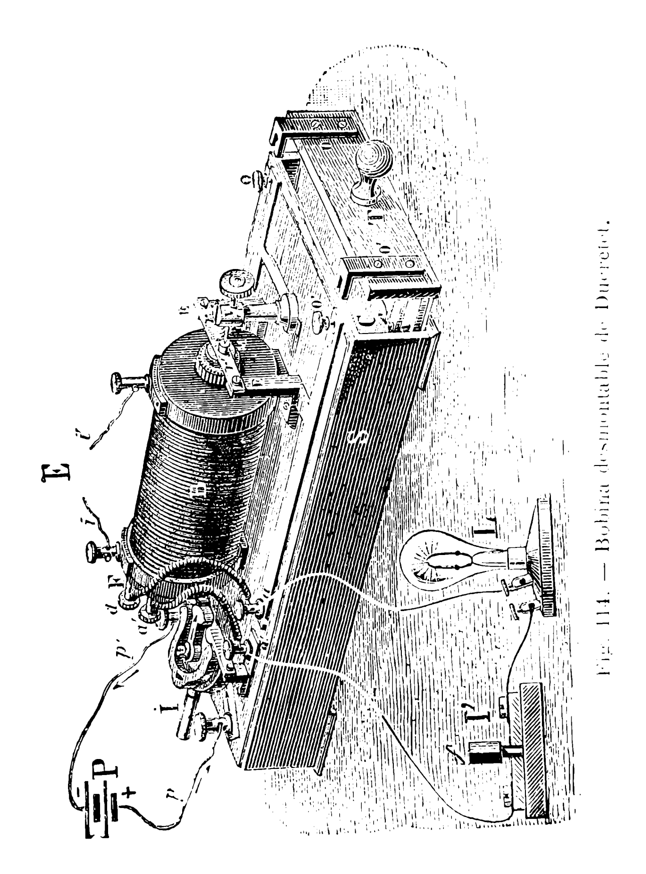


Fig. 114. — Bobina desmontable de Ducretet.

M. Ducretet ha dado á la bobina de Ruhmkorff una forma cómoda haciendo el circuito inductor móvil, así como el núcleo y el condensador. Se puede así

darse cuenta muy rápidamente, por la experiencia, del influjo de cada uno de los elementos que concurren al funcionamiento de la bobina.

El interruptor está constituido por una lámina vibrante. Y atraído por el núcleo de la bobina y volviendo á hacer contacto por su elasticidad en M, cuando es interrumpida la corriente y la imantación del núcleo ha desaparecido.

El condensador es visible en C: encuéntrase contenido en una gaveta encerrada en el zócalo de la bobina. O y O' lo religan al interruptor.

Construcción de las bobinas. — La proporción entre las longitudes y secciones de los hilos primario y secundario varían según los efectos á obtener y el destino que tenga el aparato; para encender la mezcla detonante de los motores de gas ó de petróleo, por ejemplo, donde hace falta una chispa muy caliente, pero de poca longitud, el arrollamiento secundario de las bobinas es relativamente basto; la tensión de la corriente induit es, por consecuencia, muy poco elevada, pero es mayor su intensidad; en los rayos X, al contrario, que exigen altísimas tensiones, el circuito secundario es de hilo muy largo y muy fino.

En las bobinas de grandes dimensiones conviene dividir el circuito secundario en varias partes, separadas por discos aisladores. Esta disposición, propuesta por Poggendorff, comparte el secundario en una serie de bobinas diferentes, sobrepuestas y agrupadas; en tensión permite realizar un aislamiento más elevado, siendo difícil que se inutilice el aparato. En efecto, cuando la bobina es única y el hilo está

enrollado en capas superpuestas y en forma de espirales, yendo de un extremo al otro para volver al punto de partida, las dos espiras que superponen á uno de los extremos no están separadas más que por el ligero espesor de la substancia que las aísla. Como éstas se hallan sometidas á diferencias de potencial muy diferentes, es de temer que entre ellas brote una chispa, atravesando el aislador y anulando el efecto útil de las dos capas de hilo así puestas en el cortacircuito. Con el modo de construcción indicado anteriormente, ya no hay superposición directa de hilos que presenten una gran diferencia de potencial, siendo menos de temer un cortacircuito interno.

La casa Siemens ha construido bobinas en las que las precauciones tomadas para el aislamiento son todavía mayores : además de la tabicación, está asegurada la separación entre la primaria y la secundaria de una manera especial por medio de un tubo de ebonita, cuyo espesor aumenta desde el medio hasta las extremidades. Y es que, en efecto, donde más es de temer la ruptura por una chispa á través del tabique aislador, es en los dos extremos, siendo lógico, por consiguiente, que esas partes más expuestas sean reforzadas.

En una gran bobina Siemens de 95 centímetros de longitud, el tubo separador, de ebonita, no tiene más de 12 milímetros de espesor en medio, teniendo un espesor de 26 milímetros en los extremos; esta bobina, tabicada por 15 discos de ebonita, recibe un rollo secundario de 130.000 metros de longitud: puede dar con seis elementos al bicromato una chispa de 58 centímetros longitudinales.

No es, sin embargo, esta bobina la más poderosa

que se haya construído, ni mucho menos: citaremos á título de curiosidad la bobina del Instituto politécnico de Londres y la de M. Spottiswoode. La primera mide tres metros de longitud; posee un núcleo de hilos de hierro de 46 kilogramos; el circuito primario está constituído por un hilo de 3.450 metros de largo con un peso total de 54 kilogramos; el secundario tiene 241 kilómetros de hilo de cobre de 0,4 milímetros de diámetro.

Con 40 elementos Bunsen, esta bobina da chispas de 74 centímetros de longitud, pudiendo atravesar una placa de vidrio de 127 milímetros de espesor.

La segunda bobina, construída por M. Apps para M. Spottiswoode, es menos larga, pero mucho más gruesa; tiene 762 kilogramos de peso, 1,22 m. de longitud y 50 centímetros de diámetro; su hilo secundario presenta una longitud de 450 *kilómetros*, y la longitud de las chispas puede llegar á 1,08 m. con 30 elementos Bunsen (1).

En nuestros días consiguen los constructores, con aparatos mucho menos voluminosos, los mismos resultados.

Las bobinas modernas. — Desde la aparición de los rayos X y de la telegrafía sin hilos, han sido objeto las bobinas de Ruhmkorff de incesantes perfeccionamientos. En la Exposición universal de 1900, puede decirse que todos nuestros grandes constructores se distinguieron : las bobinas dando 50 centímetros de chispa, consideradas como raras algunos

(1) *La Revue scientifique et industrielle*, por J. L. Bretón (1897).

años antes, se encontraban á cada paso en la precitada Exposición, pudiendo asegurar que las bobinas dando chispas de 30 á 40 centímetros son hoy cosa corriente.

La casa Carpentier, antigua casa Rhumkorff, construye bobinas envueltas en una caja poligonal de madera de una forma característica (fig. 118); ciertos modelos verticales construídos por M. Carpentier recuerdan un poco las primeras bobinas del inventor Ruhmkorff.

M. Gaiffe encierra igualmente sus bobinas en un continente de madera, que sirve para contener también el aislador.

Bobinas que dan 80 centímetros, aproximadamente, funcionan á diario en las casas de M. Ducretet y de M. Radiguet. Sus dimensiones, lejos de ser exageradas, las hacen bastante prácticas para ser empleadas con buen éxito en la telegrafía sin hilos.

M. Ducretet expuso en 1900 una bobina de 80 centímetros de chispas, envuelta en un bote rectangular de ebonita conteniendo un aislador especial.

Las bobinas de M. Radiguet, también de 80 centímetros, están contenidas en un vaso á paredes de vidrio lleno de parafina; este constructor, para modelos más chicos, toma bobinas ordinarias con caras de vidrio sumergidas en la parafina contenida en el zócalo.

Desde hace algún tiempo, y gracias á pacientes investigaciones dirigidas por otra vía, ha realizado M. Rochefort unas bobinas de forma especial llamadas transformadoras-Rochefort, dotadas de una gran fuerza y de un gran rendimiento.

Transformador Rochefort. — En la bobina de Ruhmkorff, el aislador empleado es generalmente un

aislador sólido. Difícil de aplicar, crujiente por una desecación demasiado brusca ó por efecto del tiempo, el aislador sólido presenta algunos inconvenientes graves.

Ante todo obliga á alejar el primario del secundario, y, por consecuencia, á disminuír la influencia del primero sobre el segundo. No permite multiplicar el número de espiras del bobinaje de hilo fino sin separarlas en secciones sucesivas, aisladas por rodajas. Es un tabicamiento que ocupa un lugar precioso y aleja las diversas espiras del centro magnético del primario, de lo cual resulta una disminución notable del rendimiento. Además, no obstante el cuidado que se ponga en la construcción de una bobina de aislador sólido, queda siempre una puerta abierta á lo imprevisto, á las sorpresas, ya sea inmediatamente después de las pruebas, ya en el curso del funcionamiento.

Á causa de la insuficiencia y del peligro de los aisladores sólidos, sean los que fueren, M. Rochefort se ha dedicado á los aisladores líquidos. Estos, más numerosos, tienen una resistencia á la rotura, bajo la acción de la chispa, más grande que los sólidos.

Tienen, además, la preciosa ventaja, cuando se produce una chispa interior, de reparar la avería por su misma fluidez. Pero tienen el inconveniente grave de alterarse pronto al influjo del funcionamiento.

Con *una sola* galeta de hilo secundario colocada en medio del primario y muy cerca de él, M. Rochefort ha podido obtener un rendimiento notable y apreciables efectos, gracias á las cualidades de su aislador.

Ha llegado hasta hacerle dar á su aparato chispas de 50 centímetros de longitud con 12 voltios y 5 ó 6 amperios, solamente en el circuito primario.

Una vez establecido su transformador y bien seguro de su rendimiento y sus efectos, M. Rochefort ha podido emparejar dos de los transformadores, en tensión ó en cantidad, obteniendo chispas de doble longitud, ó de la misma longitud con doble intensidad.

Expondremos algunos detalles de construcción de un transformador Rochefort que da de 20 á 22 centímetros de chispa, gastando 6 voltios y 3,3 amperios en el circuito primario.

El secundario, compuesto como ya hemos dicho de una sola galeta, contiene solamente 600 gramos de hilo de cobre de 0,16 milímetros de diámetro. Esta bobina se coloca en la región media del circuito primario, sustentada por dos tubos de vidrio soportados á su vez por un bloque de madera.

Los dos extremos del hilo fino son enlazados á los dos bornes secundarios existentes en los tapones de un vaso de vidrio, en el cual todo está colocado verticalmente.

El vaso está lleno de un aislador pastoso (carburo de hidrógeno), cuyo secreto posee M. Rochefort.

Notemos de paso que el hilo secundario de la bobina de Ruhmkorff, dando la misma chispa, tendría un peso de 5 á 6 kilogramos y constituiría cerca de 50 á 60 galetas llanas, separadas por dos sólido tabiques aisladores.

Interruptores. — Uno de los órganos más importantes de las bobinas de Ruhmkorff es el interruptor empleado para abrir y cerrar sucesivamente el circuito primario; se han hecho de todas clases, pero pueden dividirse en dos : los interruptores secos y los interruptores líquidos.

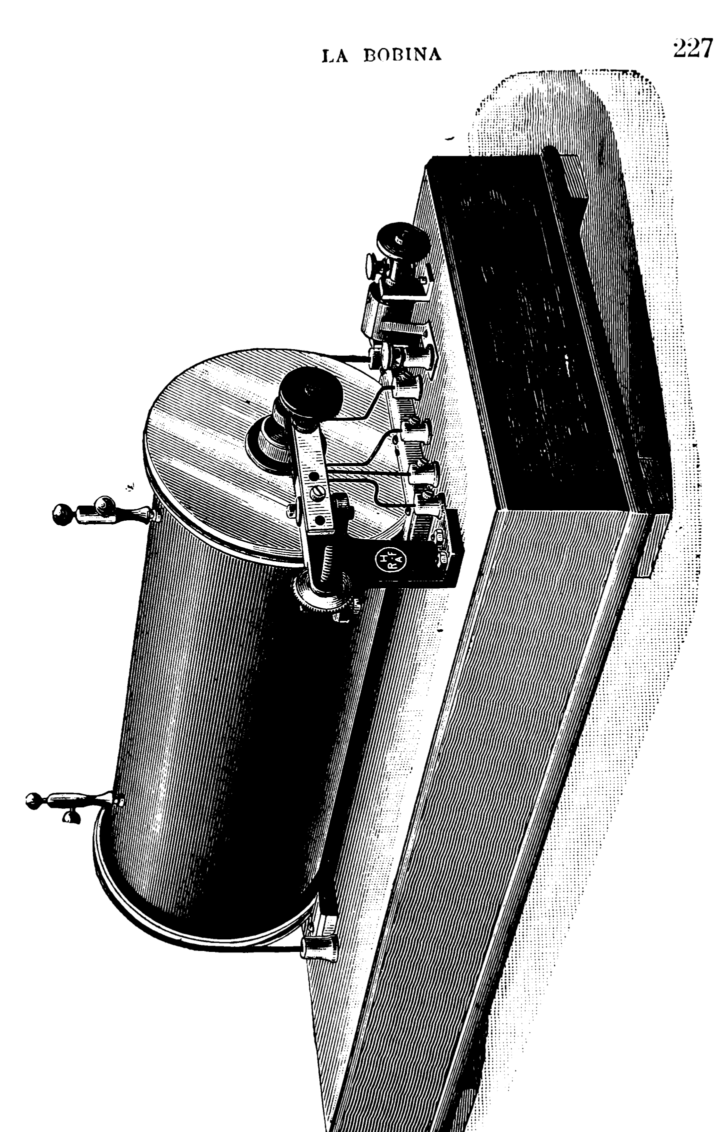


Fig. 115. — Bobina con fono-temblador Radiguet.

El interruptor de temblador de Neef, que hemos descripto, pertenece á la primera categoría; conviene á las pequeñas bobinas que no dan más de 20 centímetros de chispa.

El fono-temblador de M. Radiguet está destinado á facilitar el reglaje y á atenuar en considerable proporción el ruído desagradable de los otros interruptores.

El resorte con la masa de hierro dulce sometida á la acción de la bobina está fijo en una reglita aisladora de ebonita, llevando su tornillo regulador forrado de platino en su extremidad que atrae la corriente al resorte interruptor.

Todo el conjunto es móvil en torno de un eje vertical y puede apartarse bajo la acción de un tornillo suplementario, que puede acercarlo ó alejarlo más ó menos del hierro de la bobina. Merced á esto, puede realizarse la regulación de una manera perfecta; para obtener la disminución del ruído se obra á la vez sobre los dos tornillos.

El principal inconveniente de los interruptores secos reside en el desgaste rápido por las chispas de ruptura de las superficies de contacto. Hasta puede producirse á veces con corrientes enérgicas una fusión parcial que exija la soldadura de las piezas del interruptor, lo que supondría, no solamente la detención del aparato sino también el deterioro y aun la inutilización del circuito primario atravesado por una corriente demasiado fuerte. M. d'Arsonval y M. Gaiffe han realizado un ingenioso medio que permite hacer regular el desgaste de los contactos; pero á pesar de esto sigue prefiriéndose el empleo, para las grandes bobinas, de los interruptores líquidos, cuyo funcionamiento es seguro y da rupturas más francas.

Interruptor Ducretet. — En este aparato la interrupción se produce entre una cuba llena de mercurio y una varita animada de un movimiento alternativo. Recubre el mercurio una capa de alcohol, á fin de que la ruptura sea más rápida por interponerse este líquido aislador entre los dos metales en el momento de su separación.

El movimiento alterno es producido por un pequeño motor eléctrico, al extremo de cuyo eje hay una manivela que acciona la vara móvil. La frecuencia de las interrupciones puede ser regulada á voluntad acelerando ó disminuyendo la rapidez del motor (fig. 122).

Este aparato conviene, sobre todo, con las poderosas bobinas utilizadas para los rayos X y la telegrafía sin hilos.

Interruptor Radiguet. — El mercurio se engrasa fácilmente y debe ser cambiado bastante á menudo; por eso lo ha suprimido M. Radiguet en sus aparatos (fig. 116); emplea una vara vertical de cobre rojo que puede ponerse en contacto con un bloque del mismo metal sumergido en el petróleo.

La vara del contacto se halla fijada á la armadura de un electro-imán A, por mediación de un resorte de láminas flexibles C, parecido á un resorte de carruaje. En el momento de cerrarse el circuito, la corriente pasa al electro, la armadura se levanta y el resorte se distiende; en tal momento es arrastrado el interruptor, que rompe el circuito, la armadura cae, la corriente se restablece y así sucesivamente. Aquí también es la ruptura muy franca, por una parte á causa de la presencia del petróleo, y por otra á

consecuencia de la gran velocidad con que el interruptor abandona el bloque de cobre D, al levantarse a armadura.

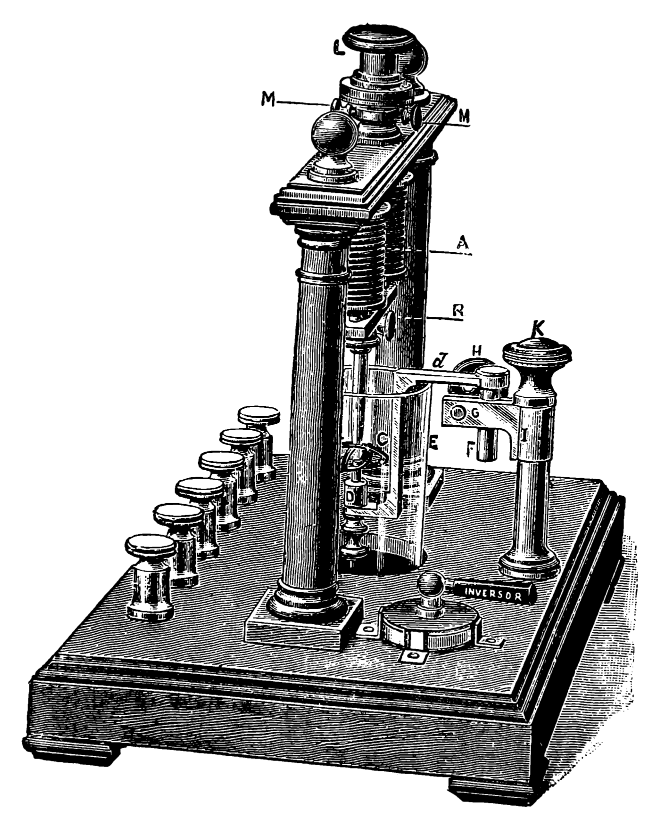


Fig. 116. — Interruptor sin mercurio de Radiguet.

Las solas partes á cambiar son el petróleo y los contactos. El petróleo se descompone por el funcionamiento y deposita en el fondo del vaso una materia

negruzca, perjudicial al funcionamiento, cuando se interpone entre los contactos.

Importa, pues, que el mercurio se conserve en un estado constante de limpieza, ya reemplazándolo completamente, ya simplemente decantándolo. En este último caso ha de agregarse un poquito de petróleo nuevo para reemplazar el que se quita.

Los contactos se gastan á la manera de los carbones en una lámpara de arco. La masa de cobre tiende á gastarse y la vara también se gasta en punta. Se recomienda cambiar frecuentemente el punto de contacto para evitar que el agujero se haga demasiado hondo.

Interruptor electrolítico de Wehnelt. — Un descubrimiento reciente del doctor Wehnelt (1) ha permitido emplear directamente en el primario de las bobinas de Ruhmkorff la corriente de una distribución á 110 voltios, como existe hoy en muchas ciudades. Con este nuevo aparato han podido suprimirse al mismo tiempo el interruptor mecánico y el condensador.

El aparato del doctor Wehnelt está fundado en curiosos fenómenos electrolíticos estudiados por Davy, Planté, Lagrange y Hoho, etc.; se compone de una cuba de vidrio conteniendo agua acidulada sulfúrica á 10 por 100, en la cual sumerge una lámina de plomo religada al polo negativo de la red de distribución, después de haber atravesado el primario ó hilo grueso

(1) M. Hospitalier ha sido el primero que ha señalado en Francia los hermosos experimentos del Dr Wehnelt (*Industrie électrique*, 25 febrero 1899).

de una bobina de Ruhmkorff; el polo positivo es puesto en comunicación por el mercurio con un hilo de platino, soldado á la extremidad de un tubo de vidrio metido en el agua acidulada.

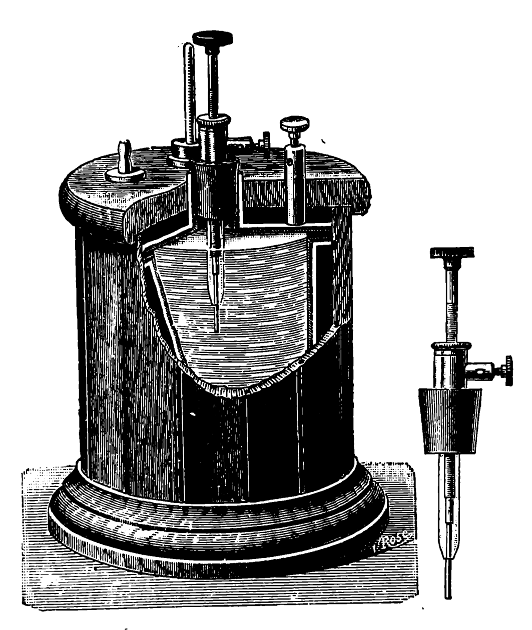


Fig. 117. — Interruptor Wehnelt de M. Carpentier.

El paso de la corriente pone al rojo el hilo de platino; se forma una vaina luminosa alrededor del hilo y se deja oír un ruído estridente. Brotan chispas de los dos bornes del secundario de la bobina bajo la forma de un gusano amarillento del grosor de un lápiz. El número de las interrupciones así producidas se eleva aproximadamente á 1.700 por segundo.

Los resultados son excelentes con un hilo de pla-

tino de 0,7 á 0,8 de milímetro de diámetro, sobresaliendo el tubo de vidrio de 18 á 22 milímetros aproximadamente. La fuente de corriente puede ser, ya lo hemos dicho, la distribución á 110 voltios de una ciudad, una dinamo y aun acumuladores en número suficiente.

Con este aparato, las ampollas de Crookes utilizadas para los rayos X dan una fijeza perfecta; la potencia es considerable; la radiografía de una mano se hace casi instantáneamente.

Esta disposición, por su misma sencillez y la supresión del condensador y de todo interruptor mecánico, hace posible en muchos casos el empleo de la bobina. La construcción de ésta, sin embargo, exige ciertas modificaciones para que se adapte al nuevo modo de interrupción. Las modificaciones se refieren á su forma, á sus dimensiones, y singularmente, á la índole del aislador; habrá que recurrir á un aislador líquido ó cuando menos pastoso.

Lo malo es que un aparato de tan admirable sencillez no deja de presentar algunos inconvenientes.

En primer lugar, el calentamiento rápido del líquido cambia mucho las condiciones del experimento, puesto que desde 80 á 90° el funcionamiento del interruptor se hace bastante irregular si no cesa del todo. Dicho calentamiento es debido al mal rendimiento del interruptor así empleado. Se gasta más de 80 por 100 de la energía eléctrica para elevar la temperatura del baño, quedando nada más que el resto aprovechable para la bobina.

M. Carpentier ha perfeccionado este aparato fundándose en el hecho de que, á partir de 90°, cuando el empleo de la corriente de 110 voltios se hace difícil,

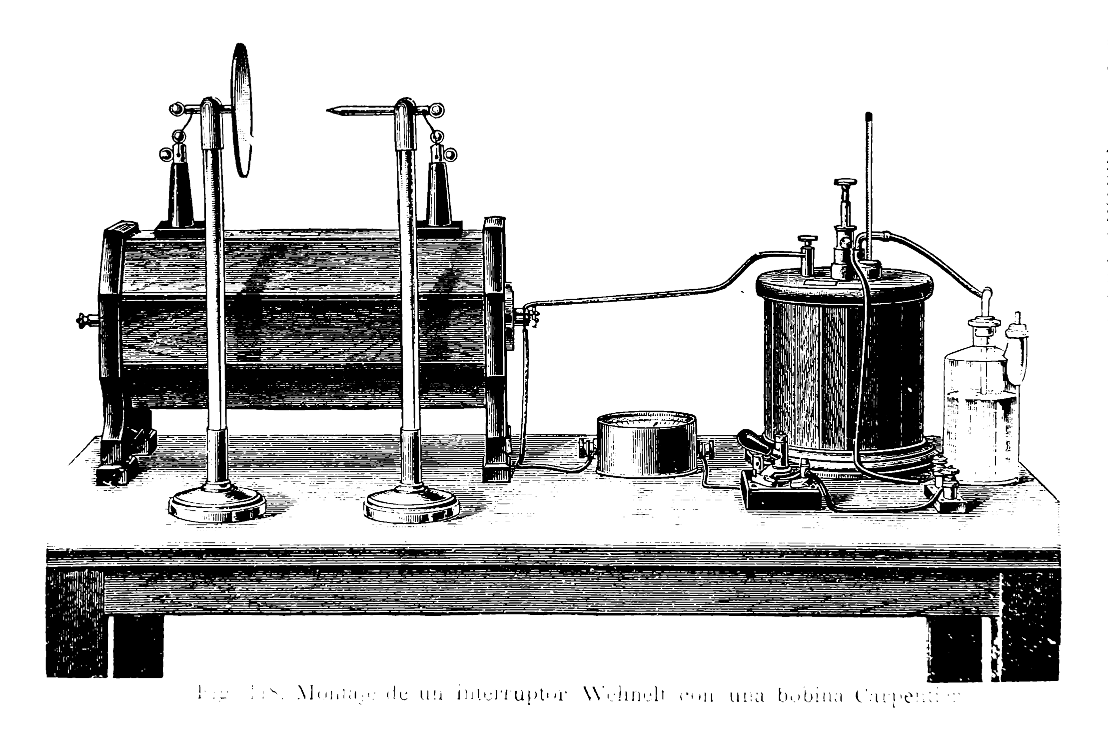


Fig. [illegible]. Montaje de un interruptor Wehnelt con una bobina Carpentier.

bastan de 10 á 12 voltios para conseguir un funcionamiento regular.

El aparato (fig. 117) es regulable; un hilo de platino, soldado al extremo de un tornillo, pasa libremente por una abertura practicada en un tubo de vidrio. Se puede, merced á un botón exterior, hacer salir más ó menos el hilo de platino haciendo avanzar ó retroceder el precitado tornillo. La cuba es metálica, religada al polo negativo, como el platino al polo positivo. Para evitar el enfriamiento del líquido, se forra el vaso en una vaina aisladora de fieltro; una envoltura de madera lo rodea todo.

Para servirse del aparato se le llena de agua que contenga 20 por 100 de ácido sulfúrico ó azufre, si esta solución está caliente; si no, se pone la cuba libre de su envoltura en un hornillo hasta que alcance la temperatura de 85 á 90°.

Arreglo de los tembladores de bobinas. — La mayor parte de las bobinas construídas por los fabricantes, y en particular las que se emplean en los automóviles, exigen que sean arregladas antes de hacerlas funcionar.

Se procurará que la pieza de hierro que forma la armadura esté lo más cerca posible de la base de la bobina, y la lámina del resorte no deberá apoyarse con fuerza contra el tornillo de ajuste y sólo lo necesario para que no vibre con la acción de las trepidaciones. Observando estas precauciones, se pueden utilizar corrientes relativamente debiles.

Los riesgos de paro, á consecuencia de la dilatación, disminuirán considerablemente si el temblador es sensible y funciona con corrientes de poca intensidad.

Se religa el aparato al primario de la bobina de Ruhmkorff y á una batería de pilas ó de acumuladores de 12 á 20 voltios. Gracias al tornillo de reglaje, se le puede dar á la corriente la intensidad que convenga, según las condiciones del ensayo.

CAPÍTULO II

LOS RAYOS X

Hace apenas unos cuantos años que el doctor Röntgen, profesor de física en la Universidad de Wurzburgo, haciendo estudios sobre los efectos de la chispa eléctrica en el vacío, advirtió que cierto producto químico — el platino-cianuro de bario — se hacía luminiscente cuando se le aproximaba á un tubo de vidrio que le servía para sus experiencias.

Dicho tubo, en el cual la chispa eléctrica producía un resplandor verde muy semejante al color del licor de ajenjo mezclado con agua, era en aquel momento materia de estudio para la mayor parte de los físicos de Europa; aquel resplandor presentaba condiciones y propiedades particularísimas.

Á fin de darse cuenta de ciertos efectos señalados por Lenard, el doctor Röntgen había recubierto el mencionado tubo con una envoltura de cartón espeso, el cual ocultaba enteramente el resplandor y dejaba al experimentador en la obscuridad.

En medio de aquella misma obscuridad fué donde vió que se hacía luminoso el platino-cianuro de bario

Hasta aquí no había nada que se pareciera á un descubrimiento; pues todo el mundo sabe que el fósforo y ciertos productos químicos, tales como los sulfatos de calcio y de zinc, en ciertas condiciones son luminosos en la obscuridad; pero observó además, que interponiendo su mano entre el tubo y el platino-cianuro de bario, distinguía con claridad el esqueleto; la silueta de las carnes quedaban netamente indicadas alrededor de los huesos.

Nada semejante se había producido nunca; y luego, continuando sus investigaciones, tardó poco en ver que una plancha, un libro, un pedazo de carbón y otros cuerpos opacos, se hacían transparentes cuando se les colocaba entre el tubo y el producto químico.

Para estudiar su descubrimiento con más facilidad, untó una hoja de cartón con platino-cianuro de bario, y entonces pudo observar una serie de fenómenos entre los cuales he aquí los más curiosos:

1.° Los metales, en general, no son transparentes en un gran espesor; pero lo son algunos de ellos, en particular el aluminio que lo es completamente hasta un milímetro aproximadamente de espesor. (Los metales son tanto menos transparentes cuanto más pesados.)

2.° El vidrio, el cristal de roca, el agua, son negros y completamente opacos para estos rayos extraordinarios.

3.° Si se pone algún objeto cualquiera sobre una placa fotográfica ordinaria al lado de un tubo de experiencias, al cabo de algunos instantes la imagen de aquel objeto queda fijada por la acción de tan singulares rayos sobre la placa sensible con la transparencia de la opacidad que le es propia.

4.° Observó, por último, que todos estos fenómenos se manifestaban en una obscuridad completa, siendo los tales rayos totalmente invisibles y no manifestando su presencia más que por la acción del platino-cianuro de bario, que ellos hacen luminiscente y sobre las placas fotográficas por ellos influidos.

Inmediatamente después del hermoso descubrimiento de Röntgen, los sabios, los médicos, los cirujanos, etc., han estudiado ó aplicado estos curiosos fenómenos sin haber llegado aún á conocer la naturaleza íntima de los tales rayos. Röntgen mismo les ha aplicado la letra X, la que en matemáticas designa la *incógnita;* los rayos X, diremos por nuestra parte, son los que gozan de las propiedades enumeradas más arriba.

Se ha reconocido luego que el platino-cianuro de bario no es el solo cuerpo susceptible de hacerse luminiscente á la acción de los rayos X; el tungstato de calcio y una substancia orgánica bastante compleja llegan á serlo igualmente. Hace poco tiempo, en una comunicación dirigida á la Academia de Ciencias, ha señalado M. Radiguet ciertas materias vitrificadas que gozan de las mismas propiedades. Estas substancias, en orden decreciente, son los esmaltes cocidos, el crown, el flint-glass, el vidrio ordinario y, más particularmente, el cristal, el espejo de la manufactura de Saint-Gobain, la porcelana, la loza esmaltada y aun el diamante tallado.

La extraordinaria resonancia que han tenido los experimentos del doctor Röntgen es debida, sin duda, á lo menos en gran parte, á lo inesperado del descubrimiento, á lo que tiene de misterioso el ver y foto-

grafiar objetos cualesquiera á través de cuerpos reputados hasta aquí por completamente opacos.

En una época en la que todo el mundo es más ó menos fotógrafo, en la que tantas gentes poseen y usan detectivas, foto-gemelos, verascopios, etc., puede ser que muchas personas tengan la curiosidad de utilizar sus instrumentos usuales aplicándolos á la *fotografía de lo invisible*. Habrá de bastarles con añadir á su material de aficionados tres aparatos fáciles de manejar: un tubo del vacío, una bobina de inducción y algunas pilas ó acumuladores.

Vamos á pasar revista sucesivamente á los instrumentos mencionados y á ver las cualidades que deben reunir para ser utilizados en la producción de los rayos X.

El tubo del vacío.

En una ampolla de vidrio de la forma de una lámpara incandescente, hagamos penetrar por dos puntos diferentes dos hilos de platino, cada uno de ellos reunido á una de las dos extremidades del hilo secundario de una bobina de Ruhmkorff; después, por medio de una máquina pneumática, puesta en comunicación con la parte afilada de la ampolla, saquemos poco á poco el aire que en ella esté contenido.

Si tenemos necesidad de hacer funcionar al mismo tiempo la bobina, observaremos la serie de fenómenos siguientes: al principio, chispas que brotan entre ambos hilos de platino produciendo un ruído seco, bien conocido de todos los que hayan asistido á experiencias de física; después, á medida que el aire es

aspirado por la bomba, el ruido mengua y la chispa cambia por completo. Cuando se llega á cierto grado de vacío, el paso de la corriente en el tubo se traduce por un vivo resplandor, que se derrama en éste, y por la transformación de las chispas. Son los efectos bien conocidos de los tubos de Geissler, que sirven hoy de

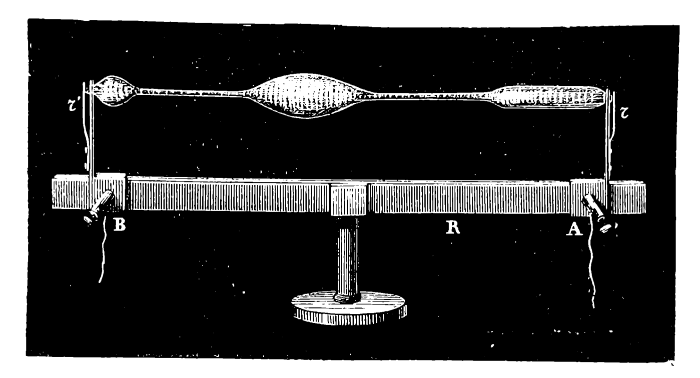


Fig. 119. — Tubo de Geissler.

juguetes (fig. 119). Haciendo más vacío con máquinas pneumáticas perfeccionadas, la descarga eléctrica cambia completamente de aspecto, observándose entonces un espacio obscuro alrededor de uno de los hilos de platino, mientras que al extremo opuesto el vidrio se hace florescente, adquiriendo un tinte verde, es el vacío realizado por primera vez por Crooks, en el cual la presión llega á una veintemillonésima de atmósfera. Según ha demostrado Röntgen, cuando el tubo toma ese tinte verdoso es precisamente cuando emite los rayos X.

Forma de los tubos. — Los primeros tubos tenían

la forma de una pera muy alargada; uno de los hilos de platino penetraba por el vértice y terminaba en el interior por un disco de aluminio. El otro hilo se encontraba soldado á un costado y servía para hacer el vacío en el aparato. Según lo que ya hemos visto, cuando la corriente de la bobina pasaba por un tubo así dispuesto, la parte del vaso situada al otro lado adquiría un color verdoso que daba origen á cierta cantidad de rayos X.

Bueno es hacer observar que el buen funciona miento depende del sentido de la corriente primaria estando en general las bobinas provistas de un inversor, bastará obrar sobre este aparato, cambiando la posición hasta que el tubo tome, en la parte opuesta al disco, el tinte verdoso característico.

Si se hiciera funcionar un tubo sin producir dicho color, acabaría por no emitir los rayos X; efecto de un fenómeno curioso, dependiente de la absorción completa del gas restante en la ampolla.

Uno de los principales inconvenientes del tubo que hemos descripto, procede de que la superficie relativamente grande en la que nacen los rayos X no da nitidez ninguna á las imágenes.

M. Colardeau ha evitado este inconveniente haciendo uso de una ampolla especial que tenía la forma de un cilindro y el grueso de un cigarrillo, cerrado en ambos extremos; uno de los hilos entraba por el costado, el otro por uno de los extremos. La superficie que da nacimiento á los rayos X se reducía entonces á un círculo muy pequeño y los clisés obtenidos eran mucho más claros.

Pero estos diversos tubos presentaban algunos inconvenientes, motivados en que el vaso acababa por

calentarse, haciéndose poroso en el sitio en que es herido por los rayos; el aire vuelve á entrar. En el día se hace uso de ampollas en las cuales los rayos X parten de una pantalla de metal, colocada en el interior del tubo.

Estos aparatos, que se llaman *tubos-focos*, suponen siempre dos llegadas de corriente constituídas por hilos de platino; uno de ellos termina por una superficie cóncava en forma de espejo, cuyo foco es una lámina de platino inclinada, terminando el segundo tal como se ve en la figura 121.

En estas condiciones, la intensidad de los rayos X se encuentra notablemente aumentada al mismo tiempo que las imágenes ganan mucho en nitidez. Siendo el platino, como lo es en efecto, menos fusible que el vidrio, pueden emplearse corrientes más poderosas sin causar la destrucción de la ampolla, como sucede con los antiguos tubos en forma de pera.

Los tubos-focos son empleados todos los días con éxito por los médicos para examinar los miembros de sus enfermos, aun el pecho, que era casi impenetrable con los antiguos tubos.

M. Colardeau ha construído tubos-focos de pequeñas dimensiones funcionando muy bien con bobinas que no dan más de 5 á 7 centímetros de chispa. El tubo-foco de la figura 121 conviene á las bobinas de 15 centímetros de chispa.

Conservación de los tubos. — Sea cual fuere el modelo de tubo que se empleare, su resistencia aumenta con la duración de su funcionamiento ; puesto que el vacío acrece por la absorción del gas á través del vidrio y de los espejos metálicos interiores, resulta

casi el *vacío aislador de Hittorff*. La resistencia puede llegar á tal grado que ya las descargas no atraviesen el tubo y que las chispas vayan á veces al exterior entre los dos hilos conductores.

Conviene observar que un tubo muy resistente, es decir, en el cual haya extremado el vacío, emite rayos X de más fuerza de penetración; con ellos, las partes óseas del cuerpo serán casi completamente atravesadas; con un tubo poco resistente sucede lo contrario, que los rayos serán menos penetrantes y los huesos parecerán más negros. Se necesita, pues, tener tubos que sean un término medio entre los dos extremos.

Posible es regenerar un tubo que se haya hecho resistente en demasía, como lo ha hecho ver M. Lafay, pasándolo muy ligeramente por encima de la llama de una lámpara de alcohol y haciéndolo girar entre los dedos para calentarlo muy lentamente y por igual. Bajo la influencia del calor, una parte de los gases absorbidos por el vaso y los espejos se desprende poco á poco y se mejora el tubo.

En algunos tubos de los de M. C. E. Guillaume, se introduce durante la fabricación una lámina de paladio que absorbe cierta cantidad de gases; basta caldear ligeramente para restituirlos.

Pero estos modos de regeneración de los tubos, que pueden dar excelentes resultados cierto número de veces, tienen un límite, pasado el cual se hace difícil hacer llegar el tubo al vacío conveniente. Es preciso entonces devolver el tubo al fabricante para que lo componga.

En la práctica, habrá de recordarse que cuando un tubo se ha hecho demasiado resistente para la

bobina ordinariamente empleada por el operador, podrá dar muy buenos resultados con una bobina que dé mayor longitud de chispa. Se evitará, por último, con el mayor cuidado, la inversión de la corriente.

La bobina y la fuente de electricidad.

La excitación de la bobina de Ruhmkorff, del modelo empleado para producir los rayos X, necesita cierto número de elementos de pila ; se emplean ordinariamente para este uso cinco ó seis elementos Bunsen ó de bicromato.

En cuanto al sistema de asociación, la de tensión es la que ofrece más ventajas.

Puede emplearse la pila de bicromato-botella (fig. 120), ó mejor todavía, la pila Bunsen, en la que puede reemplazarse el ácido azótico por una solución de bicromato de potasa en el ácido sulfúrico.

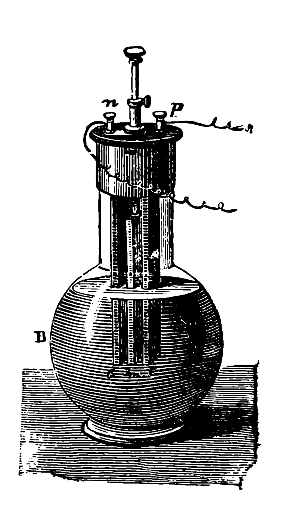


Fig. 120. — Pila-Botella.

Para que se funcione de una manera normal y con toda regularidad, es necesario que las pilas sean montadas y entretenidas con el mayor cuidado ; en estas condiciones, dan generalmente cinco ó seis horas de buen funcionamiento. Cuando los líquidos se han agotado, se desmonta y vacía los elementos. Lávanse los vasos, las placas de zinc y de carbón se

ponen á remojar en el agua durante algunas horas; de nuevo son amalgamados los zincs, si ha lugar; las pinzas de cobre son igualmente lavadas, secadas y pasadas por papel de vidrio. Solamente después de estas precauciones, y sin olvidar ninguna, puede volverse á montar los elementos y á ponerlos en servicio.

El empleo de los acumuladores es igualmente muy recomendable.

Todos los modelos pueden servir; se reunirán cuatro ó cinco, asociándolos en tensión.

La gran ventaja que se obtiene así es la de poder conservarlos cargados varios días antes de servirse de ellos, y también la de no tener que practicar ninguna maniobra para ponerlos en estado de funcionar, salvo la de cerrar un interruptor.

Un rheostato y un amperiómetro son con frecuencia útiles para regular la intensidad de la corriente y no excederse del valor indicado para la bobina por el constructor.

El inconveniente único de los acumuladores es su recarga, no siempre cómoda; se podrá, sin embargo, emplear con éxito la pila doméstica de Radiguet, como ya hemos visto á propósito del alumbrado, ó también una pequeña dinamo accionada por un motor de petróleo.

Finalmente, en ciertas ciudades que disponen de fábricas eléctricas de corriente continua, se puede optar entre recargar uno mismo sus elementos ó mandarlos á la fábrica, la que podrá ocuparse en su entretenimiento.

La bobina de Ruhmkorff, empleada para la producción de los rayos X, deberá ser bastante fuerte

para dar buenos resultados. Se ha comprobado que el empleo de una bobina que da de 7 á 8 centímetros de chispa es generalmente bastante ventajoso; la mayoría de los clisés preparados en los laboratorios han sido obtenidos con bobinas de esta dimensión. No obstante, donde quiera que se haya creado una especialidad de la fotografía de lo invisible, se ha hecho frecuente uso de las bobinas que dan chispas de 10 á 20 centímetros de longitud.

Todos los sistemas de interruptores sirven; sin embargo, bueno es hacer constar que la rapidez no debe de ser ni demasiada ni excesivamente floja; se ha comprobado que el máximum de producción de los rayos X se efectuaba en la proximidad de 10 interrupciones por segundo con una bobina y un tubo determinados. Con todo, no tomemos este número sino sencillamente como á título de indicación; el número ha de ser determinado experimentalmente en cada caso.

La radioscopia.

Ya hemos dicho, al comienzo de este capítulo, que los rayos X poseen la curiosa propiedad de hacer florescentes ciertos cuerpos cuando los encuentran á su paso.

No se conocen bien las condiciones que han de reunir los cuerpos para que suceda lo que dejamos dicho, pero se sabe que aquella propiedad es dependiente del estado físico de las substancias; tan cierto es, que los rayos X no influyen en el platino-cianuro de bario, cuando está pulverizado.

Hemos visto igualmente que varias substancias son florescentes bajo la acción de los rayos X; la que hasta aquí ha dado mejores resultados es precisamente el platino-cianuro de bario. Servirá, pues, para la preparación de las pantallas luminosas, de las que vamos á hablar.

La *radioscopia*, nombre que hoy se le da corrientemente, se funda en el siguiente principio : si en la obscuridad se hace caer un haz de rayos X sobre una pantalla untada de platino-cianuro de bario en cristales, éste se hará luminoso.

Interpuesto un objeto entre el tubo de Crookes y la pantalla, una mano, por ejemplo, ciertas partes como las carnes que son transparentes á los rayos X no aparecerán sino poco á poco sobre la pantalla, mientras que otras partes, como los huesos, que no son atravesados por las radiaciones Röntgen, proyectarán su sombra en la pantalla.

Se tendrá, por consiguiente, el mayor interés en acercar lo más que sea posible el objeto observado á la pantalla, para evitar las demasiado grandes deformaciones debidas á los conos de sombra que se producen.

Se puede así obtener, en cierto modo, una fotografía temporal de un objeto cualquiera ; se ve en seguida cuántos y cuán grandes servicios pueden ser debidos á este procedimiento, en medicina y en cirugía : se puede ver una fractura de los huesos ó la presencia de un cuerpo extraño en las carnes, sin pasar por la fotografía.

El mismo modo operatorio permite igualmente distinguir los diamantes verdaderos de los falsos (los primeros son transparentes mientras los últimos son

negros), etc., etc. Los servicios de Aduanas, de puertas y de Correos encontrarán en los rayos X un precioso y eficacísimo medio de investigación. Con cierta experiencia, una vista ejercitada logra distinguir el contenido general de los bultos ó paquetes, reconociendo con facilidad y prontitud si contienen tabaco, cigarros ó cigarillos, azúcar ó chocolate, frutas, etc. El cristal y el vidrio son opacos; el carbón es transparente á los rayos X.

Se comprende fácilmente que es el lado activo de la pantalla el que debe estar vuelto hacia el observador; en efecto, los rayos X no absorbidos por el objeto que se examina, pueden atravesar fácilmente el cartón que sirve de soporte é influír en la substancia fosforescente que ya nada oculta á las miradas del operador; mientras que, en el caso contrario, la materia activa se haría fosforescente, pero las radiaciones luminosas producidas no podrían atravesar el cartón que ocultaría el fenómeno al que lo examina. La observación habrá siempre de hacerse en la obscuridad, pues la luz del día no permite que el fenómeno sea bastante visible.

Se observará la imagen sobre la pantalla, bien colocándose en un cuarto obscuro, bien embozándose en un velo negro, exactamente como hacen los fotógrafos con los aparatos ordinarios. Algunos constructores adaptan á la pantalla, con el nombre de *lente humana*, una especie de pirámide hueca de madera ó de cartón negro, en la cual se practican dos agujeros para los ojos.

Aquí haremos observar que sólo después de algunos instantes, cuando ya la vista se ha hecho á la

obscuridad, es cuando pueden hacerse buenas observaciones sobre la pantalla.

La radiografía.

La ventaja del método radioscópico aparece desde luego : se ve directamente la imagen del órgano explorado, sin tener que esperar á que terminen las manipulaciones fotográficas, de más ó menos duración. Si el sujeto se mueve, eso no importa, mientras que las *radiografías* (fotografías del interior de los cuerpos opacos) exigen, para ser claras, una inmovilidad absoluta y cierto tiempo de *pose*. (Esta duración de la *pose* ha sido considerablemente reducida en estos últimos tiempos, calculándose que bastan de 8 á 10 segundos.)

El examen floroscópico será, por lo tanto, preferido, siempre que no se necesite conservar una traza duradera de la operación.

En cambio, el método radiográfico presenta la ventaja de dar un documento, á veces indispensable, siempre muy útil, y la de permitir que se obtengan observaciones más detalladas.

1.° **Caso de los objetos inanimados.** — Estando unida la fuente de electricidad al circuito primario de una bobina Ruhmkorff, y yendo el circuito secundario á los dos hilos de platino del tubo de Crookes, se dispone enfrente de este último, y perpendicularmente á la dirección de los rayos X, una placa sensible fotográfica, la cual ha sido encerrada, en la obscuridad, en un bastidor fotográfico ó en varios

dobles de papel negro, de manera que se la sustraiga á la influencia de la luz del día.

El objeto de estudio será interpuesto entre la ampolla y la placa. Todas las cualidades de las placas de gelatina-bromuro dan buenos resultados; sin embargo, suelen encontrarse en el comercio placas para la radiografía preparadas especialmente con ese fin.

La fotografía por los rayos X podrá, pues, efectuarse en plena luz, puesto que el bastidor será cerrado y la placa estará al abrigo. En general, sin embargo, es preferible colocarse en una semi-obscuridad, ó en un sitio algo sombrío, á fin de distinguir mejor los efectos producidos en el tubo de Crookes y poder juzgar por ellos de la marcha del aparato.

El objeto se coloca á una corta distancia de la placa fotográfica para evitar las deformaciones debidas á la difusión. En cuanto á la ampolla, será mantenida á algunos centímetros (20 á 30) del objeto que ha de ser fotografiado, de modo que poyecte sobre este último cuantos más radios activos se pueda.

2.° **Caso de los seres vivos y del cuerpo humano.** — En principio, casi no tendríamos, para los seres vivos, más que repetir lo que acabamos de decir á propósito de los objetos inertes. Importa mucho, naturalmente, observar durante la experiencia una inmovilidad completa, si se quiere tener un clisé claro.

El tiempo de *pose* depende sobre todo del poder de la bobina y de su chispa. La elección del tubo ha de ser apropiada al poder de la bobina. Habrá de tenerse en cuenta la distancia al tubo, así como el espesor y la opacidad de las partes que se han de radiografiar y también la calidad de las placas.

Solamente la práctica enseña bien y pronto las mejores condiciones que han de reunirse; con tubos-fo-

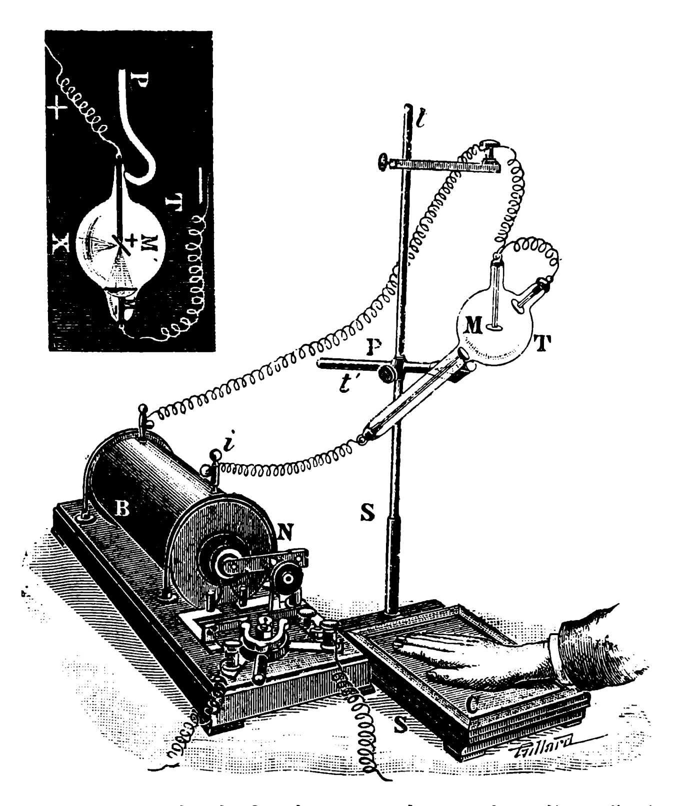


Fig. 121. — Tubo de Crookes montado para la radiografía de la mano.

cos y una bobina de 25 centímetros de chispa, se puede calcular de 1 á 15 segundos para una mano ó para un pie, según el espesor; de 10 á 20 segundos

para un brazo ó para un pie de perfil; de 15 á 25 segundos á lo más; y para el tórax se calcula, aproximadamente, 4 segundos por centímetro de espesor.

Desarrollo de las imágenes y obtención de los positivos. — Después que la placa sensible ha sido expuesta á la acción de los rayos X, atravesando el cuerpo sometido á la experiencia, se la lleva al laboratorio de fotografía para proceder al desarrollo y fijación de la imagen. El laboratorio puede ser sencillamente una pieza *absolutamente* obscura, en la que no penetre ningún rayo luminoso. Las manipulaciones se harán al resplandor de una linterna de vidrio rojo, bien conocida de todos los que se han ocupado en las tareas de la fotografía.

Para desarrollar un clisé que haya sido sometido antes á los rayos X, deberá emplearse un revelador enérgico, pues la imagen tiende en general á borrarse ó es demasiado débil.

Puede hacerse uso de los mismos baños que se emplean en los clisés de fotografía instantánea, tomando, bien sea la hidroquinona, bien sea la pirocatequina, ó bien el diamidofenol.

Daremos á título de memoria la composición de estos diversos baños.

Revelador de hidroquinona. — Se prepara la solución siguiente:

Agua destilada tibia.........	600 gramos
Sulfato de sosa puro.........	75 —

Completa la disolución, se agrega:

Hidroquinona	10 gramos
Carbonato de soda puro......	150 —

La solución se vierte en un frasco de un litro, bien tapado, donde se conservará bastante tiempo casi incolora.

Este baño, muy enérgico, da excelentes resultados; se echará en una cubeta exactamente la cantidad necesaria para el desarrollo de la placa, añadiéndole un poco de baño viejo proviniente de una operación anterior, sin lo cual los clisés aparecerían velados.

Para procurarse baño viejo, se expone á la luz la placa sacrificada y se la desarrolla en una cubeta conteniendo revelador que, seguidamente, puede ser empleada como baño viejo.

Bueno será no dejar el frasco de revelador nuevo al contacto del aire; deberá, pues, tenerse lleno y siempre bien tapado. Se llega á este resultado añadiendo bolichos de vidrio para reemplazar la cantidad de líquido desaparecida; el frasco tendrá un tapón de corcho ó de esmeril, siendo preferible el corcho porque se quita con más facilidad.

Revelador de pirocatequina. — Se preparan las soluciones siguientes:

Agua........................	500 gramos
Sulfato de sosa...............	50 —
Pirocatequina	10 —

Agua........................	500 gramos
Carbonato de sosa puro......	150 —

Se emplean, para el desarrollo, partes iguales de ambas soluciones.

Revelador de diamidofenol. — La composición de este baño es la que sigue :

Agua......................	1000	gramos
Sulfato de sosa anhidro.....	30	—
Clorhídrato de diamidofenol.	5	—

Los resultados obtenidos son excelentes; lo malo es que esta solución no puede prepararse mucho tiempo antes, so pena de ver disminuída poco á poco la energía del revelador.

Sea cual fuere el baño de desarrollo, se vierte en una cubeta la cantidad del mismo que sea necesaria para cubrir el clisé; después se transporta el bastidor al laboratorio, el cual debe estar alumbrado por una luz muy débil, roja ó verde, y se quita del bastidor la placa impresionada; se la pone en la cubeta, con el lado gelatinoso arriba, teniendo cuidado de sumergirla completa y *rápidamente.* Los puntos que hayan sido más heridos que los otros por los rayos X se pondrán negros; las otras partes menos transparentes saldrán después. Se continuará el desarrollo harta que levantando la placa se vean aparecer al revés los grandes negros de la imagen.

El clisé, despues de lavado á chorro ó en la misma cubeta, queda en disposición de ser fijado.

En todas estas operaciones se evitará con gran esmero el aplicar los dedos á la capa de gelatina; el clisé debe cogerse cuidadosamente por los bordes.

El baño de fijación ha de componerse de 200 gramos de hiposulfito de sosa disuelto en un litro de agua ordinaria. En ese baño se dejará el clisé hasta que, visto al revés, haya perdido toda apariencia

blancuzca ó lechosa; desde tal momento, la placa no teme ya la luz.

Terminaré la tarea por la operación del lavado, mucho más importante de lo que se cree, la cual tiene por objeto arrancar el hiposulfito incorporado á la gelatina. Se debe prolongarla por espacio de cuatro ó cinco horas en una cuba llena de agua corriente, si esto es posible, ó á lo menos de agua frecuentemente renovada.

Esta operación es importante en cuanto asegura la conservación del clisé; una placa mal lavada se pone amarillenta y se desluce al cabo de pocos días. El clisé debe sacarse del agua para escurrirlo bien y luego secarlo al sol, teniéndolo al abrigo del polvo hasta que la gelatina se halle perfectamente seca.

Si hay prisa por sacar una prueba, en lugar de hacerse la operación de secar del modo que hemos dicho, podremos acelerarla empapando el clisé en alcohol de 80 á 90 grados centesimales.

Conviene hacer todas estas operaciones con la mayor limpieza, con el aseo mayor que sea posible, pues la menor traza de hiposulfito en el baño de desenvolvimiento ó desarrollo le daría al clisé un tinte amarillento más ó menos regular.

Los clisés deben conservarse en cajas al abrigo de la humedad y de la luz.

Tirada en papel. — El clisé, el negativo como se dice, puede servir para la producción de un número ilimitado de pruebas en papel.

Este papel se vende en el comercio en rollos preparados, esto es, en estado sensible, habiendo recibido una capa de sales de plata impresionables á la

luz, mantenidas por medio de albúmina ó de gelatina. Se vende ya dispuesto para ser empleado.

El revés del clisé, el lado opuesto á la gelatina, se lava con una muñeca de algodón mojada en alcohol que quita las trazas de gelatina y de barniz. La placa se coloca en un bastidor-prensa, compuesto de un marco de madera y un espejo espeso.

Sobre este espejo se pone el clisé con la gelatina para afuera; se le recubre de papel sensible, con el lado brillante sobre la gelatina; se agrega una almohadilla de fieltro ó de papel que sirve para igualar la presión, y encima de todo se pone una plancheta que se mantiene por medio de barras de resorte.

El bastidor se expone seguidamente á la claridad del día.

Si el clisé es pálido, se tendrá interés en sacar el positivo á la sombra ó á la luz difusa; cuando los negros son muy acentuados se podrá exponer el bastidor al sol. El papel se tiñe poco á poco en las partes claras del clisé : obsérvase la aparición de la prueba, abriendo de tiempo en tiempo uno de los costados del bastidor-prensa y levantando un extremo del papel sensible. Se levantarán las pruebas cuando estén un poco más obscuras que el matiz deseado, pues perderán algo de su intensidad en el curso de las operaciones que siguen.

Las pruebas tienen en ese momento un hermoso color violáceo, que desaparecería si se le fijara; se espera á tener varias y se las pone en una cubeta llena se agua; un baño las hace cambiar de tono.

Este baño se compone generalmente de la manera que sigue :

Agua......................	2000 gramos
Cloruro de oro..............	1 —
Acetato de sosa fundido.....	30 —

La coloración de las pruebas, al pronto rojizas cuando acaban de pasar por el agua, se torna sucesivamente violada, negra y azulada. Cuando las imágenes han tomado el tinte apetecido, se las retira del baño y se las lava.

La fijación viene en seguida : se empleará un baño de hiposulfito de sosa á 15 ó 20 por 100, en el cual se inmergen las pruebas durante 10 minutos á lo menos.

Todas estas operaciones pueden ejecutarse, no en plena luz, puesto que el papel es todavía sensible á ella, pero sí en una luz atenuada, en una semi-obscuridad ó en un local sombrío.

En todos los baños por los que pasan, las pruebas deben mantenerse en agitación contínua para impedir que se formen burbujas de aire.

El lavado que da fin á estas manipulaciones debe hacerse, como el de los clisés, con mucho cuidado y haciéndolo durar un par de horas en agua renovada con frecuencia. Con tal fin deben emplearse dos cubetas, pasando los positivos de cuando en cuando de la una á la otra, mientras se cambia el agua de cada una alternativamente.

Las pruebas se ponen á escurrir y á secar al aire libre, suspendiéndolas por los ángulos con unas pinzas.

El mayor aseo es de rigor en todas las operaciones mencionadas : la menor huella, el más pequeño rastro de hiposulfito de sosa que haya quedado en las

pruebas antes de la fijación, se traduce por la aparición de manchas amarillentas que no se pueden quitar.

Se encuentran hoy baños de fijación que simplifican las manipulaciones considerablemente (1); se los emplea exclusivamente con los papeles al citrato de plata ó á la gelatina, utilizados actualmente por muchos aficionados; tienen la ventaja de dar hermosas pruebas, pero la conservación de las imágenes es menos duradera que cuando se emplean los baños separados.

Por último, ciertos papeles, tales como el « Velox », se desarrollan á la manera de las placas; lo mismo que éstas, aquellos son muy rápidos y pueden tirarse á la luz de una bujía; serán empleados ventajosamente cuando se quiera sacar una prueba por la noche de un clisé recién obtenido.

La gran finura de las imágenes y el negro artístico que se obtiene, hacen á menudo preferir este papel.

Las pruebas en papel, obtenidas por un procedimiento cualquiera, se cortan después de la deseca-

(1) Este baño se prepara con las siguientes soluciones:

Solución A	Agua caliente	1000	gramos
	Hiposulfito de sosa	100	—
	Ácido cítrico	2	—
	Alumbre ordinario	20	—
	Acetato de oro	2	—
Solución B	Agua	100	gramos
	Cloruro de oro	1	—

Se toman 100 centímetros cúbicos de la solución A para 6 ú 8 de la solución B y se meten las pruebas en el baño así obtenido. El lavado final debe ser abundante, pero poco prolongado.

ción; el objeto de este corte es quitar las porciones inútiles y dar á las orillas de la hoja una regularidad de líneas que la hagan presentable.

Ejecútase la operación sobre una placa de vidrio, por medio de un cortaplumas bien afilado; como guia, se usa una regla ó una escuadra de vidrio.

Después se pegan las pruebas á cartones especiales, con cola de almidón. Y quedan terminados los positivos.

Accidentes causados por los rayos X. — Los rayos X obran enérgicamente sobre la piel; pueden producir una supuración local ó extensa; además, la acción depilatoria es muy enérgica. También pudieran manifestarse fenómenos paralíticos y convulsivos.

Estos efectos pueden disminuirse y atenuarse considerablemente:

1.° Colocando el tubo á una distancia mínima de la piel de 25 centímetros, para una bobina que dé 15 centímetros de chispa y á una distancia de 35, de 40 y aun de 50 centímetros, si las bobinas son de las que dan 25 centímetros ó más de chispa.

2.° Interponiendo, como lo ha hecho M. Buguet, una hoja tenue de aluminio unida á tierra entre el tubo de vacío y el sujeto. Dicha hoja metálica es transparente para los rayos X, y conduce á tierra los rayos, efluvios ó descargas eléctricas del tubo de Crookes.

3.° Poniendo una placa metálica (de cobre ó de plomo) en las partes que se deban preservar de los rayos.

Unas aberturas de las dimensiones convenientes

darán paso á los rayos con toda su energía. Las placas metálicas son necesarias para las aplicaciones de *cierta duración* y repetidas.

4.° Para calentar el tubo durante la marcha (método de M. Lafay), téngase la lámpara con un mango largo de madera. Los operarios que hagan uso diario de los rayos X, deben untarse las manos de *lanolina* y además cubrírselas con un *guante de piel.*

5.° Sabiendo que los rayos X tienen acción sobre la retina y que irritan los ojos, es muy útil para las observaciones floroscópicas seguidas, poner una placa de vidrio delante de los ojos, interponerla.

Se recomiendan para ello unos anteojos de vidrios muy densos.

Conformándose á estas instrucciones, los experimentadores prudentes pueden hacer las aplicaciones de los rayos X sin ningún peligro.

CAPÍTULO III

LA TELEGRAFÍA SIN HILOS

Si el descubrimiento de los rayos X por el doctor Röntgen es muy reciente, lo es aún más la telegrafía sin hilos, que apenas se remonta á algunos años. Fué en 1896, cuando el señor Marconi anunció al mundo científico los maravillosos resultados de telegrafía sin hilos que acababa de obtener.

También aquí representa un papel preponderante la bobina de Ruhmkorff, y si hemos querido decir algunas palabras de esta aplicación, no es tanto por el partido que pueda sacar alguno de nosotros, como por dar á conocer el principio y el modo de funcionar con este nuevo sistema de transmisión de señales de que se habla en todas partes.

Principio. — El invento de Marconi tiene por base la aplicación de las experiencias de Hertz y de las de Branly. Si el italiano Marconi ha creado la telegrafía sin hilos, el sabio francés M. Branly ha creado, á lo menos, el órgano llamado tubo *á limaille* ó *cohéreur*.

Para darnos cuenta detalladamente de lo que son

las experiencias de Hertz, hagamos una comparación bastante sencilla para que la entienda todo el mundo.

Echemos una piedra en el agua tranquila de un estanque; tan pronto como este objeto haya tocado la superficie líquida, vemos formarse una serie de círculos concéntricos, los cuales cada vez más grandes llegan en poco tiempo hasta los bordes del estanque.

Todo el mundo sabe igualmente que si se pulsa la cuerda de un arpa ó de un violín, vibra sacudiendo el aire, siendo sus vibraciones de 3 á 400 por segundo, pudiendo advertir el sonido fácilmente.

Piensan los sabios que en la electricidad, las ondas hertzenianas y la luz son también debidas á vibraciones, si bien muchísimo más rápidas—ascienden á millones, ó millones de millones por segundo—no en el aire, pero en un medio especial llamado *éther*.

Hertz ha reconocido que alrededor de la chispa de una bobina de Ruhmkorff, estallando entre dos bolas metálicas, se propaga en el espacio una serie de ondas eléctricas, análogas en su formación á las ondas líquidas provocadas por la caída de un cuerpo en el agua. Estas ondas eléctricas son invisibles para nuestros ojos é imperceptibles en general para nuestros sentidos; pero si se dispone en su campo de acción un tubo especial llamado tubo de *limaille* de Branly, este último se hace súbitamente conductor de la electricidad. Se aprovecha esta propiedad para hacer marchar un aparato telegráfico, en el circuito del cual se halla intercalado el tubo.

Se ha dado el nombre de *ondas hertzenianas* á las referidas ondas eléctricas, descubiertas por Hertz, las

cuales se originan cada vez que se hace brotar la chispa eléctrica de una bobina ó de otro aparato cualquiera entre dos bolas metálicas.

El tubo de Branly, que sirve para revelarnos la presencia de esas ondas eléctricas, se compone simplemente de un pequeño tubo de vidrio conteniendo dos varitas de plata entre las cuales se han dispuesto ciertas limaduras metálicas, de plata, níquel, oro, etc.

Si se intercala un tubo semejante en el circuito de una pila y de un pequeño galvanómetro análogo al del capítulo I de la segunda parte, comprobaremos una desviación inapreciable por mínima en tiempo normal; pero si estalla una chispa en las inmediaciones, el tubo se hace repentinamente conductor y deja paso á la corriente. Se advierte enseguida por la desviación del galvanómetro. Cuando la chispa ha cesado, no hay más que tocar ligeramente en el tubo para hacerle volver á su estado primitivo.

Reseña histórica. — En 1893, M. Lodge utilizó las propiedades de los tubos de Branly, que él llamó *cohéreurs*, para el estudio de las ondas hertzenianas. Empleaba para ello una combinación que comprendía el *cohéreur*, una pila y un galvanómetro. Para destruír la conductibilidad de la limadura, provocaba generalmente el movimiento del tubo por medio de un movimiento de relojería.

La presencia de las ondas pudo ser descubierta á 40 metros de su punto de producción.

Varios físicos de todos los países repitieron las mismas experiencias por procedimientos más ó menos análogos al de Lodge. En particular M. Popoff lo perfeccionó haciéndolo automático por la acción de

un *relais* (1) movido por la corriente que pasa por el tubo y que pone en acción una timbre.

El martillo de este timbre estaba dispuesto de manera que golpeara el *cohéreur* volviéndolo á su estado normal, esto es, mal conductor de cada una de las vibraciones.

Para evitar los efectos de las ondas parásitas producidas por las chispas de ruptura de la sonería y del *relais*, se rodeaba éste por una doble envoltura metálica, provista de una hendidura estrecha que diera paso á las ondas en estudio.

En aquella época, M. Popoff no utilizó ese medio más que para el estudio del rayo, comprobando que las descargas eléctricas eran oscilantes, según las ideas de Lodge. Y anunció que el aparato podría servir también para registrar las señales emitidas por otro aparato productor de chispas.

Al señor Marconi, que era entonces estudiante en la Universidad de Bolonia, es á quien cabe el honor de haber sido el primero en comprobarlo realizando la experiencia con el hilo vertical de Popoff y aportando grandes perfeccionamientos prácticos á los *cohéreurs*.

De 1895 datan los primeros ensayos del señor Marconi; en 1899, las distancias franqueadas no excedían de una cincuentena de kilómetros.

De 1899 á 1900 pudo realizar el joven inventor un

(1) El *relais* es un aparato dotado de grandísima sensibilidad, compuesto generalmente de un electro-imán que atrae una armadura muy ligera; el pequeño desplazamiento producido sirve para cerrar ó abrir el circuito de una corriente más enérgica que la que acciona el *relais*: este último es el que hace funcionar los aparatos de utilización.

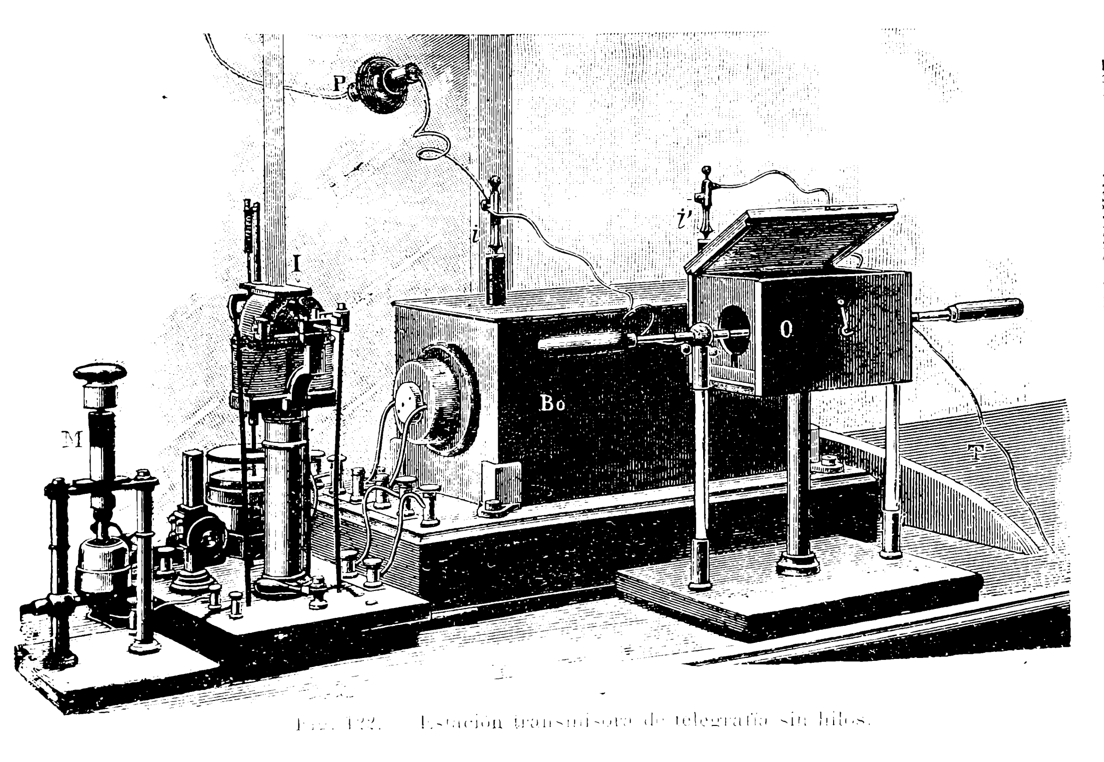


Fig. 172. Estación transmisora de telegrafía sin hilos.

transformador especial, amplificando el efecto de las ondas eléctricas recogidas sobre el *cohereur*; entonces quedaron establecidas comunicaciones á 100 kiló

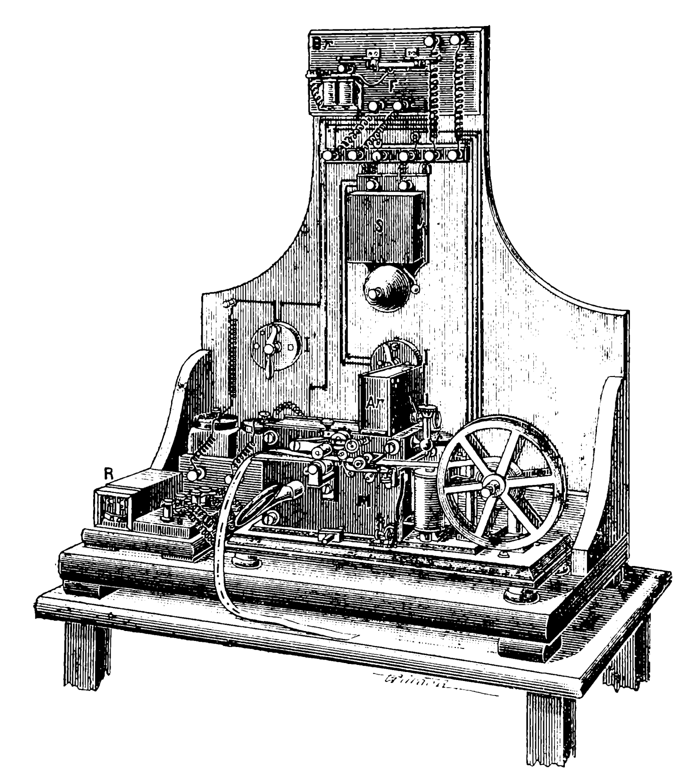


Fig. 123. — Estación receptora de telegrafía sin hilos.

metros de distancia, aproximadamente, como se vió en las fructuosas experiencias emprendidas entre Boulogne y Dover, á través del Paso de Calais.

Por último, desde 1900 hasta los días que corren,

se han aumentado grandemente las distancias por los señores Marconi y Slaby. El primero ha podido comunicar sin hilos entre Córcega y Francia (175 kilómetros), entre la isla de Wight y cabo Lizard (310 kilómetros) y entre la isla de Cerdeña y las cercanías de Roma (300 kilómetros).

Hasta se dice que algunas señales transmitidas en cabo Lizard (Inglaterra), fueron recibidas por Marconi á través del Atlántico en la isla de Terranova (500 kilómetros); pero este hecho no está bien comprobado.

Los resultados conseguidos por Marconi han tentado á otros varios experimentadores, habiéndose hecho en todas partes ensayos laboriosos y más ó menos felices tentativas; pero las grandes dificultades materiales, que son consecuencia de lo costoso de las instalaciones necesarias y de lo complejo del problema, no han permitido un gran impulso que sólo pueden pretender algunos privilegiados.

Conviene de todos modos poner al público en guardia contra los manejos de ciertas sociedades más ó menos sospechosas, dispuestas siempre á explotar las nuevas invenciones, y en particular esta de las comunicaciones eléctricas sin hilos. Sociedades son que hacen flaco servicio á las ciencias, pues desacreditan los descubrimentos al convertirlos en materia de explotación, valiéndose de ellos para una propaganda quimérica de resultados que nadie ha realizado todavía.

Descripción de los aparatos. — Describiremos sucesivamente la estación transmisora y la estación receptora, tomando como ejemplo aparatos conoci-

dos, tales como los de Ducretet, que han funcionado ya en los experimentos practicados en París entre la Torre Eiffel y el Panteón.

Estación transmisora. — El transmisor tiene por órgano principal una bobina de inducción de Ruhmkorff, muy potente, si es que ha de obrar á grandes distancias. En el circuito de hilo grueso hay un interruptor I de motor, descripto ya, cuyo papel es de los más importantes para el buen funcionamiento de la bobina. Un manipulador manual M produce las emisiones intermitentes largas ó breves del alfabeto telegráfico de Morse, bien conocido por los telegrafistas, en el circuito de hilo grueso. La corriente la suministra, sea una batería de acumuladores, sea una dinamo movida á brazo en determinados casos (fig. 37).

Los dos extremos ó bornes del secundario de la bobina de Ruhmkorff están unidos á un oscilador constituído por dos grandes bolas de cobre ó de latón, entre las cuales surgirá una chispa. Estas bolas están encerradas en un bote O.

Las ondas eléctricas engendradas por la chispa se propagarán en el espacio circundante, yendo hasta el receptor. Para facilitar su transmisión, se une á la tierra una de las bolas del oscilador por medio de un hilo T ajustado á una canalización de agua ó de gas.

Otro hilo cuidadosamente aislado y unido á la otra bola, atraviesa la ventana de la pieza en que está el aparato por un aislador P, terminando fuera por una parte vertical soportada por un mástil bien aislado. Esta parte, llamada entena, representa un gran papel; su altura ha de ser tanto mayor cuanto más lejos haya de comunicarse. El señor Marconi corres-

pondía á 40 y á 50 hilómetros, por mar, con entenas formadas por hilos de 30 á 40 metros de altura. La potencia de la bobina también debe ser proporcionada á la altura de la entena y consiguientemente á la distancia que se ha de franquear.

Estación receptora. — La estación receptora de M. Ducretet es de registro automático; permite casi la supresión del telegrafista para la recepción inmediata de las señales.

En la telegrafía por las ondas hertzianas sin hilos, este procedimiento tiene muy grande importancia; por consecuencia de la gran sensibilidad del tubo de Branly, el receptor puede registrar todas las ondas eléctricas susceptibles de obrar sobre el tubo, aun las que son de orígenes atmosféricos, tales como las procedentes de una tempestad lejana. Sería preciso, pues, la presencia constante de un empleado, la permanencia de un telegrafista, para desarrollar el papel á cada llamada y suspender la operación cuando las ondas eléctricas cesaran de manifestarse.

El tubo de Branly está en lo más alto, en Br, y se halla constituído por un tubo de marfil continente de la limadura; debajo hay un martillo F movido por un mecanismo de sonería, y es el que vuelve el tubo á su primitivo estado en cuanto una onda hertziana lo hace de nuevo conductor.

Las ondas son captadas por medio de un hilo vertical muy bien aislado y unido á uno de los extremos del tubo; el extremo opuesto comunica directamente con el suelo. Esta entena de recepción tendrá una altura análoga á la de la entena de transmisión.

Cuando una onda hertziana hiere la entena, el tubo

de Branly se hace conductor, lo atraviesa la corriente de una pila y hace funcionar un *relais* muy sensible R, el cual tiene por objeto hacer pasar una corriente suficientemente enérgica al receptor telegráfico M, cada vez que el transmisor envía una onda.

Mientras la onda persista, ó en otros términos, mientras dure la chispa entre las bolas del transmisor, el tubo de Branly será conductor y el aparato Morse marcará un signo. Si la chispa es breve, no imprimirá más que un punto. Se concibe fácilmente que con auxilio de combinaciones de puntos y de rasgos se pueda representar letras, y esta es precisamente la función del alfabeto de Morse, debido al americano inventor del telégrafo de su nombre.

El registro se produce en una faja de papel, que un movimiento de relojería va desarrollando. Un electro-imán atrae una paleta de hierro dulce cada vez que es atravesado por la corriente; el efecto producido por este ligero movimiento es levantar la faja de papel, haciéndola frotar con un calzo embebido de tinta. Cuando la corriente deja de pasar, vuelve á caer la paleta, y la faja de papel deja de rozarse con la cuña ó calzo impregnado de tinta.

En el aparato automático de M. Ducretet, el *relais* R, al mismo tiempo que acciona el electro-imán de impresión del receptor, dirige un segundo electroimán colocado en un bote Ar y que tiene por objeto el movimiento de relojería. El papel desfila mientras se suceden las ondas eléctricas; en cuanto cesan, habiendo llevado ya el martillo F al *cohéreur* Br á su resistencia inicial, todos los órganos de este conjunto recobran su posición primera, que es la de reposo, y

el papel se detiene después de haber recibido la impresión de las señales.

Un timbre de llamada S, de un solo golpe, sigue los movimientos del receptor, y puede estar situado á una distancia cualquiera. Finalmente, las chispas de extracorriente que pudieran influír en el tubo de Branly, son suprimidas por el empleo de resistencias líquidas.

Cohéreur. — Este es el nombre dado por los electricistas franceses al órgano más delicado y más fundamental del telégrafo sin hilos; daremos algunos detalles de su construcción.

La dificultad de obtener este instrumento de modo que á la vez sea sensible y regular, ha obligado á la mayor parte de los experimentadores á contentarse con que sea poca la sensibilidad.

El señor Marconi emplea la limadura de níquel encerrada entre dos platillos, colocados á una distancia que varía entre 5 milímetros y 1 milímetro en un tubo de vidrio de 3 á 4 milímetros de diámetro. Se hace el vacío en el interior del instrumento, que se emplea con una pila de 1,5 voltios. No obstante, la experiencia ha hecho ver que el vacío no es indispensable.

El señor Slaby utiliza los *cohéreurs* de vacío y limadura de plata. M. Tissot preconiza igualmente el empleo del vacío con limadura de hierro; la presión se regula en este caso con un pequeño imán situado fuera del tubo.

Los construídos por M. Ducretet son desmontables; en ellos puede regularse la presión por el desplazamiento de uno de los dos platillos.

Depende la sensibilidad no de otra cosa que de la naturaleza de los metales en contacto, del grado de

oxidación de los mismos y de las limaduras; éstas deben ser finas, sin llegar en ningún caso á la pulverización, porque si se convierten en polvo los resultados son excesivamente irregulares.

La mayor sensibilidad se obtiene, como se va á ver, con muy débiles diferencias de potencial.

Construcción simple de un cohéreur. — El construir uno excelente, con poco gasto y valiéndose de dos agujas ordinarias, es cosa que está al alcance de cualquiera.

Como lo ha consignado M. Fenyi en una reciente comunicación á la Academia de ciencias (1), basta disponer en cruz dos agujas de coser, de acero pulimentado, para tener un contacto imperfecto casi aislador en el estado ordinario.

Si se producen ondas hertzianas en la vecindad haciendo funcionar una bobina de Ruhmkorff, por ejemplo, ó bien una simple sonería, la resistencia de contacto de las dos agujas que era muy grande se hace inmediatamente muy débil y puede muy fácilmente dejar pasar la corriente de una pila.

Se podrá utilizar esta propiedad y el establecimiento espontáneo de la corriente para hacer desviar la aguja de un galvanómetro ó para poner en marcha un aparato cualquiera.

Para que no se malogre la experiencia han de observarse algunas precauciones : las dos agujas de coser han de estar puestas en cruz encima de un papel bien extendido sobre una mesa, y cada una de

(1) *Comptes rendus*, sesión del 27 enero de 1902.

ellas estará unida á un hilo de cobre rojo, por ejemplo, á uno de los hilos del cordón de una pera de comedor.

Se formará un circuito con las dos agujas, una pila Daniell ó Meidinger y un pequeño galvanómetro sensible.

El buen funcionamiento del aparato no estará bien asegurado mientras no estén unidos permanentemente los dos polos de la pila por una resistencia de 10 ó de 20 ohmios, constituída por una sonería común, de la que se habrá calado el temblador para impedir que vibre; ó bien por una bobina de 0,25 milímetros de diámetro y de 2 á 3 metros de longitud. Esta resistencia tiene por objeto hacer trabajar la pila y rebajar la diferencia de potencial disponible hasta un valor bastante reducido (0,3 de voltio, aproximadamente), mínimum indispensable.

El aparato así construído poseerá una gran sensibilidad, hasta el punto de ser influido por las ondas hertzianas provinientes de la pequeña chispa de ruptura que se vé entre el temblador y el tornillo de regulación de una sonería ordinaria.

Á dos metros de distancia, el funcionamiento de la sonería basta para desviar el galvanómetro; un ligero choque sobre el papel restablecerá las cosas á su estado primitivo y dejará el galvanómetro á cero. Se concibe, pues, que haciendo brotar las chispas suministradas por una bobina de Ruhmkorff algo potente, se pueda obrar á una distancia mucho más considerable.

Este modesto aparato ha sido empleado con buen éxito por su inventor para estudiar en un observatorio el curso de las tormentas. Su sensibilidad es tan

grande, que se encuentra influido por los relámpagos producidos en un radio de 100 kilómetros.

Resultados obtenidos. — Los resultados hasta la fecha obtenidos, tanto por el señor Marconi como por otros experimentadores, han puesto en evidencia los hechos que siguen :

La calidad de las comunicaciones es sensiblemente la misma cualquiera que sea el tiempo, de bruma, de lluvia, de viento, etc.; pero es notablemente más fácil establecer una comunicación entre dos puestos ó estaciones situados en lo interior de las tierras. La humedad del suelo representa el mismo papel, aunque en menor escala, pues la sequía embaraza las comunicaciones. La altura de las antenas es superior en tierra firme, para que sea suficiente, á la que basta en el mar para la misma distancia. Es posible, á menudo, poner en relación dos estaciones separadas por obstáculos materiales bastante elevados, pero debe tenerse muy en cuenta el hecho de que las ondas rodean generalmente esos obstáculos por los costados.

Damos á continuación los resultados de las experiencias más interessantes, según diversas publicaciones.

En 1897, barcos de guerra italianos provistos de aparatos Marconi pudieron comunicar con la costa á una distancia de 16 kilómetros, siendo las entenas de 22 á 34 metros.

En 1899 se estableció una comunicación provisional á través del canal de la Mancha, entre Dover y Boulogne, á 46 kilómetros de distancia con entenas de 37 metros.

En 1900 ha podido establecer Marconi una comu-

nicación entre dos puntos distantes entre sí 136 kilómetros, con 45 metros nada más de entena. La línea recta que unía las extremidades superiores de las dos entenas pasaba á 380 metros sobre el nivel del mar. Por último, como dejamos dicho, el señor Marconi ha podido corresponder entre Córcega y Francia, y piensa llegar á hacerlo á través del Atlántico.

M. Tissot, en Francia, empleando un material construído par M. Ducretet según las indicaciones de M. Tissot y de M. Popoff, pudo comunicar en el mar á distancia de 61 kilómetros con entenas de 30 metros. M. Popoff, en Rusia, á 56 kilómetros de distancia.

Las experiencias realizadas en lo interior de las tierras han sido menos brillantes. En los más de los casos ha habido que recurrir á globos cautivos ó á cometas para conseguir entenas de suficiente altura.

En 1897 recibió M. Slaby señales que venían de 21 kilómetros de distancia, habiéndose valido de entenas de 300 metros soportadas por globos cautivos.

En 1898 obtuvo M. Voisenat muy buenos resultados, á 10 kilómetros, con entenas de 40 metros.

En 1899 comunicó Marconi á 54 kilómetros, entre Salisbury y Bath, por medio de entenas muy elevadas sostenidas por cometas.

Por último, se han hecho ensayos en circunstancias especiales por M. Lecarme : en montañas, entre el Mont-Blanc y Chamonix (1899), la comunicación fué muy regular no obstante la naturaleza rocosa del suelo y la falta de conductibilidad del hielo. En globo libre, los resultados fueron no menos interesantes: puede así comunicarse á una distancia de 8 kilómetros con una altura de 800 metros.

Conclusiones. — Resulta de los trabajos de los diversos experimentadores, que la telegrafía sin hilos ofrece aún inconvenientes graves.

1.° Exige instalaciones complejas, costosas y delicadas.

2.° No garantiza la seguridad de las comunicaciones.

El segundo inconveniente es el más grave; un observador colocado entre dos estaciones y provisto de un receptor suficientemente sensible, podrá siempre recibir los telegramas cambiados entre aquellas estaciones; podrá además impedir la recepción de telegramas en las mismas estaciones, mandando señales enérgicas por medio de una bobina de Ruhmkorff cualquiera.

Y, enfin, las influencias parásitas de la electricidad atmosférica pueden impedir en determinadas épocas del año toda comunicación durante una parte de la jornada; estas perturbaciones pueden calificarse en tres categorías:

1.ª **Registro de las descargas causadas por los truenos**. — El influjo de las tormentas se deja sentir á distancias muy considerables. M. Ferrié ha registrado en los alrededores de París toda una tempestad que descargaba en Angers, á muy cerca de 400 kilómetros, estando absolutamente claro el cielo de París. Estas señales se manifiestan generalmente sobre la faja del Morse por uno, dos ó tres puntos.

2.ª **Variación de la potencial**. — Se ha observado muy frecuentemente la aparición de señales parásitas en el momento de ponerse el sol y su desaparición 30 minutos después. También el paso de nubes elec-

trizadas por encima de la antena, se traduce por una producción de rasgos en la faja.

3.ª y última. Parece que hay alguna relación entre la temperatura y ciertas señales parásitas que, en los países cálidos, empiezan á hacerse sentir hacia las diez de la mañàna para durar hasta la tarde, con tal intensidad, que impiden á veces toda comunicación. En particular, cuando las experiencias que hizo Marconi entre Antibes y Calvi, resultó imposible comunicar después de las diez de la mañana.

Por otra parte, el rendimiento telegráfico será siempre flojo, en primer lugar por la mayor lentitud de transmisión y las interrupciones debidas á las distintas perturbaciones atmosféricas; luego, por la gran dificultad que existe de transmitir y recibir varios despachos simultáneamente. Por consiguiente, parece necesario aceptar la telegrafía sin hilos con sus inconvenientes, procurando sacar de ella todo el partido posible, no sólo perfeccionando cuanto se pueda los aparatos utilizados, sino también tratando de aumentar la energía empleada en las comunicaciones para llevarlas á distancias más crecidas.

Hay que prever, de todos modos, nuevas dificultades y limitaciones en esta vía, pues los aparatos de las diversas compañías y de los diferentes Estados se turbarán mutuamente, de lo que nacerán contestaciones incoherentes.

Las aplicaciones de la telegrafía sin hilos, al parecer, habrán de limitarse á la marina, que encontrará en ella un auxiliar precioso, tanto para evitar los choques en alta mar, en tiempo de nieblas, como para cambiar señales de unos barcos con otros y de todos con los faros existentes en costas inabordables.

La figura 124 representa el faro de Tréziem (punta de Corsen), en comunicación sin hilos con el faro del

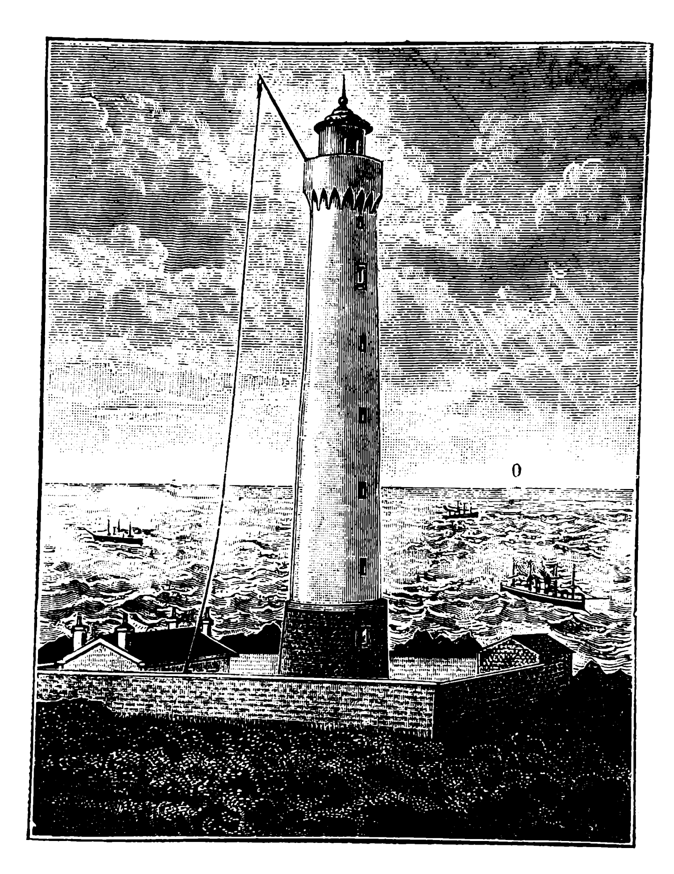


Fig. 124. — Faro de Treziem.

Stiff O, situado en la pequeña isla de Ouessant.

Por último, ciertas islas podrán unirse ventajosa-

mente al litoral de un continente por medio de aparatos de este género, siempre más baratos que los cables submarinos.

Dejamos aquí nuestro estudio sobre las aplicaciones de la electricidad. Bien sabemos que es un trabajo harto incompleto; hemos pasado por alto cosas de gran interés : las corrientes alternativas, por ejemplo; en otras partes hemos sido demasiado breves, como en las máquinas dinamo-eléctricas; era forzoso. Entre tantos inventos, hemos elegido los más fáciles para el lector, los más sencillos y usuales, es decir, los que ya no es lícito ignorar.

La electricidad es rica en aplicaciones. Abre tan vasto campo al trabajo de todos los que se ocupan en ella, que un volumen no puede contener más que una pequeña parte de las maravillas á que ha dado nacimiento. Por lo mismo, bien podrá ser que algún día tengamos ocasión de volver á tratar el mismo tema; por hoy, nos daremos por contentos si esta modesta obra ha podido interesar, en favor de una causa que nos es querida, á las personas que nos lean.

PRECIOS DE LOS APARATOS

El cuadro siguiente indicará al lector cuantas noticias desee con respecto á los *precios aproximados* de los aparatos ó productos mencionados en la presente obra.

Estos precios, en *francos*, son generalmente fuertes, de modo que si alguna variación pueden experimentar más bien será de disminución que de aumento.

PILAS

Pila-botella de un litro....	4	50
— Daniell, modelo medio..	3	»
— Callaud — ...	2	50
— Bausen — ...	3	50
— Radinguet — ...	12	»
— Leclanche, de vaso poroso, modelo medio, de 1,50 á	2	»
— Leclanche, de 2 placas ó de saco..................	4	»
Pila Leclanche de cilindro aglomerado	3	50
Pila Leclanche, seca......	4	»
— de Lelande et Chaperón.	5	»
Carbón de retorta..........	0	40
Lápiz de zinc.............	0	20
Zinc circular..............	1	»
Vaso poroso vacío.........	0	30
Caja de pilas para tres elementos.................	3	»

PRODUCTOS QUIMICOS

Acido azótico	el kilo	0	65
— clorhídrico....	—	0	20
— sulfúrico ordinario...........	—	0	25
— sulfúrico de azufre..........	—	0	30
Bicromato de potasa	—	1	60
— de sosa..	—	1	20
Bióxido de manganeso............	—	0	70
Clorhidrato de amoniaco............	—	1	50
Mercurio...........	—	7	»
Potasa cáustica....	—	2	50
Sulfato de cobre....	—	0	75

MAQUINAS

Máquina magneto Ducretet.	300	»
— dinamo Ducretet..	300	»
Dinamo Legros y Meynier..	200	»
— «Bebé», de M. Cadiot	350	»
— Gramme, de 1 caballo....................	400	»
Grupo electrógeno de 1500 á 2,000		»
Escobillas, pieza..........	1	»
Rheostato.................	30	»
Imán de herradura, de 3 láminas..................	3	»

ACUMULADORES

Acumulador de 2 kil, un elemento..................	25	»
Acumulador para bobina de carruaje automóvil, caja de 2 elementos hermeticos, peso 4 kil...............	50	»
Caja de 4 elementos, peso 12 kil....................	120	»

TIMBRES Y ACCESORIOS

Timbre ordinario de.... 2 á	3	»
Campana....................	5	»
Cuadro indicador de números	5	»
Botón de llamada, desde...	0	30
Peras......................	0	70
Contacto de puerta.........	0	75
Interruptor................	0	75
Avisador de incendio......	15	»

TELÉFONOS

Teléfono receptor, forma reloj......................	6	»
Teléfono doméstico pupitre	20	»
— — portátil	35	»
— — combinado...................	35	»
Teléfono doméstico Mildé, porta reloj..............	30	»

Teléfono doméstico de pared..................... 25 »
Micrófono secreto.......... 25 »
Teléfono Faillard.......... 200 »

ENCENDEDORES

Bobina de extra corriente.. 6 »
Llaves eléctricas........... 3 50
Encendedor mineral....... 13 »
Encendedor.............. 14 »
Encendedor de hornos de gas .... 4 »

ALUMBRADO ELECTRICO

Lámparas de arco..... 70 á 80 »
Carbones para lamparas de arco, el metro, de 0,50 á 0 70
Lámparas incandescentes ordinarias, desde........ 0 65
Porta, bayoneta..... ...... 0 75
— tornillo ó de rosca... 1 »
— de ojetes............ 0 50
Interruptor de porcelana... 2 »
Corta-circuito bipolar...... 2 »
Conmutador de dos direcciones.................. 5 »
Rosetones de techo........ 1 »
Corte corrientes............ 1 »
Enlace aislador.......... . 4 »

HILOS Y CABLES

Hilos para timbres.

Hilo cubierto de algodón, el kil. (100^{m}).........de 5 á 6 »
Hilo para peras, el metro.. 0 30
Hilo doble (plomo) el metro 1 »
Hilo de bronce silencioso, el kil..................... 3 »
Hilos para luz, dos capas de caucho y cinta. Diámetro del hilo 0,9^{mm}, el metro... 0 25
— 1^{mm} — 0 27
— 1,2^{mm} — 0 32
— 1,5^{mm} — 0 40
— 2^{mm} — 0 53
— 2,5^{mm} — 0 68
— 3^{mm} — 0 85

Hilo de 2 conductores, 2 capas caucho y trenzado seda, el metro.......... 0 45
Hilo de cobre, recubierto de 2 capas de algodón, para electro-imán y dinamo el kilo.................... 5 »

AISLADORES

Pole, apasta ó porcelana, diámetro 25^{mm}, la pieza..... 0 5
Aislador de porcelana..... 1 »
Montura de madera, con dos ranuras, el metro....... 0 20
Tubo de caucho, el kil..... 6 »
Cinta aisladora, preparada, el kil..................... 8 »
Caucho endurecido, el kil.. 15 »
Aisladores de hueso para hilos de timbres, el ciento. 0 50
Parafino..................... 2 50
Mica..................... 30 »

APARATOS DIVERSOS

Amperometro, voltímetro, cada uno, de.......... 50 á 60 »
Bobina de Ruhmkorff, chispa de 4^{mm}................. 7 »
Bobina de Ruhmkorff, chispa de 75^{mm}................ 220 »
Bobina de Ruhmkorff, chispa de 200^{mm}............... 400 »
Bobina de alumbrado para motores................. 50 »
Brújula.................... 3 »
Conjuntor y desconjuntor.. 130 »
Electroiman, desde......... 1 50
Pantalla fosforecente para rayos X de 30×50....... 115 »
Abrazadera eléctrica...... 35 »
Galvanoscopo............. 10 »
Indicador de polos......... 10 »
Pararrayos de línea telefónica.................... 15 »
Tubo de Geissler.......... 10 »
Tubo de Crookes, para rayos X.................... 30 »

ÍNDICE

SEGUNDA PARTE

Sonerías, teléfonos domésticos, encendedores.

TERCERA PARTE

El alumbrado eléctrico.

CUARTA PARTE

La bobina de Ruhmkorff y sus aplicaciones.

París. — Tip. Garnier Hermanos, 6, rue des Saints-Pères. 218.3.1903.

–

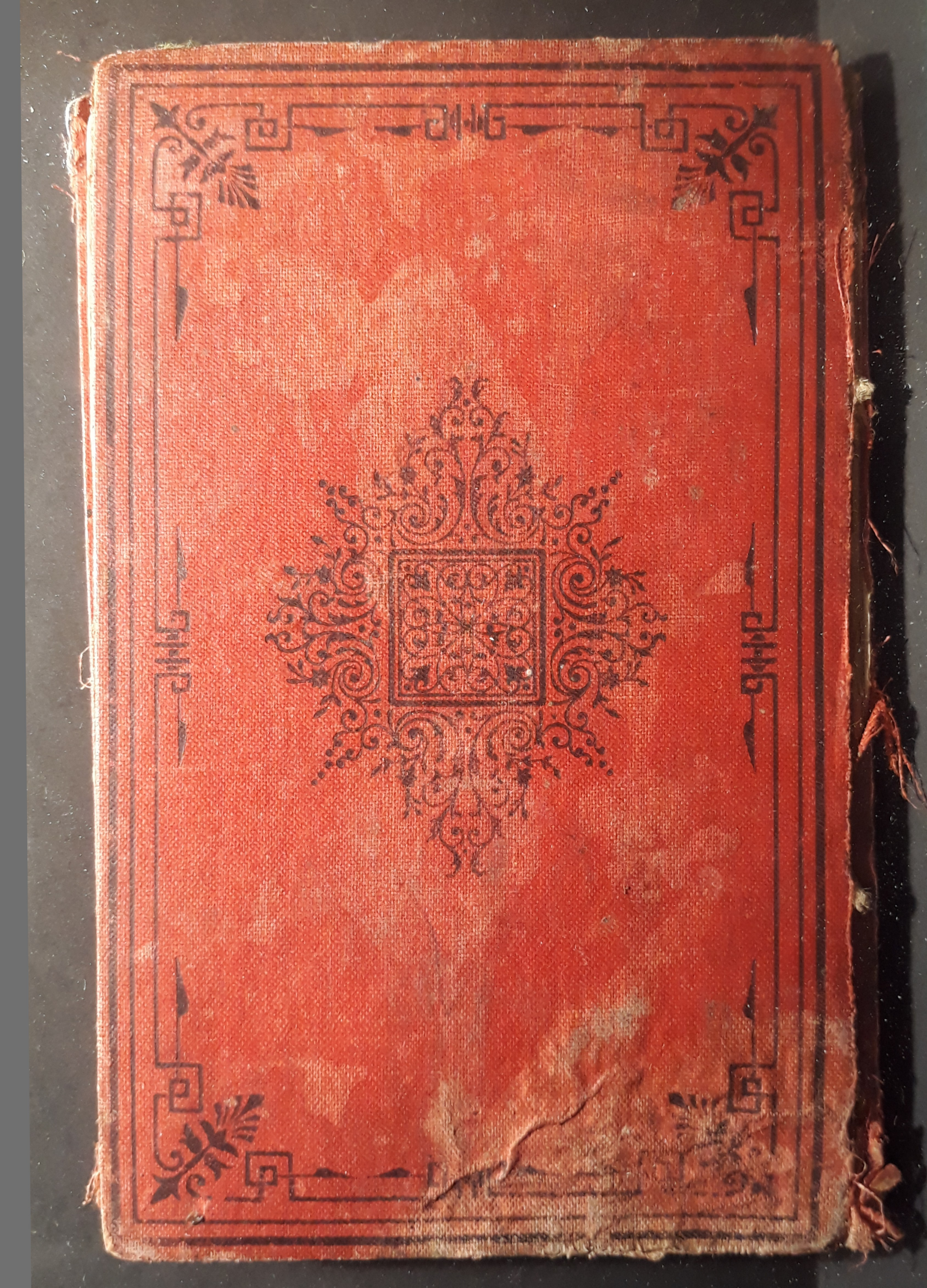
o Viceversa

+

Resistencia

R M L

Motor



Este libro perteneció
a mi abuelo
Emilio Fazio
Genova, 1891,
Buenos Aires, 1949